

Informe de Evaluación del Riesgo por Flujo de Detritos de la Zona de Acogida Alto Mirave.



Foto: Zona de Acogida Alto Mirave - Ilabaya.

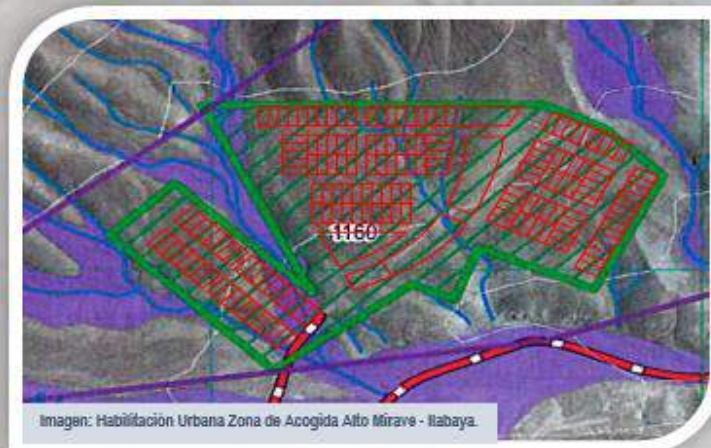


Imagen: Habilitación Urbana Zona de Acogida Alto Mirave - Ilabaya.

Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre,
Región Tacna.



TACNA - PERÚ
JUNIO 2016

Google

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Ilabaya

Ing. Luis Neptali Cerrato Tamayo

Gerente Municipal

Ing. William Miguel Málaga Castillo

Gerente de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural

Ing. Marino H. Llanque Fraquita

Subgerente de Ordenamiento Territorial

Ing. Edilberto A. Parihuana Mamani

Equipo Técnico

Arq. Maria Alejandra Vargas Galdos

Arq. Emma Evelyn Vargas Luna

Abg. Johanna Najarro Rojas

Arq. Clara Capellino Gambetta

Bach. Ing. Jose Antonio Vizcarra

Bach. Arq. Maiquel Laimé Torres

Bach. Ing. Edith Alvares Cuarite

Acompañamiento técnico CENEPRED

Ing. MSc. Neil Sandro Alata Olivares

Ing. Oscar Aguirre Gonzalo

CONTENIDO

Introducción

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

- 1.1 Objetivo General
- 1.2 Objetivos específicos
- 1.3 Justificación
- 1.4 Antecedentes
- 1.5 Marco normativo

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1 Ubicación geográfica
- 2.2 Vías de acceso
- 2.3 Población
- 2.4 Condiciones climatológicas
- 2.5 Hidrología
- 2.6 Geología y geomorfología
- 2.7 Sismicidad
- 2.8 Topografía y pendiente

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

- 3.1 Metodología
- 3.1.1 Recopilación y análisis de información
- 3.2 Identificación del área de influencia
- 3.3 Susceptibilidad del territorio
 - i. Factores condicionantes
 - Ponderación de factores condicionantes
 - ii. Factor desencadenante
 - Ponderación del factor desencadenante
- 3.4 Análisis de elementos expuestos
 - i. Elementos expuestos susceptibles a nivel social
 - ii. Elementos expuestos susceptibles a nivel económico
- 3.5 Definición de escenarios
- 3.6 Niveles de peligro
- 3.7 Estratificación del nivel de peligros
- 3.8 Mapas de peligros por flujos de detritos en Alto Mirave

CAPITULO IV: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

- 4.1 Análisis de vulnerabilidad
- 4.2 Análisis de la dimensión social
 - 4.2.1 Análisis de fragilidad social
 - Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Social
 - Ponderación de los parámetros y descriptores de la Fragilidad Social

- 4.2.2 Análisis de la resiliencia social
Ponderación del parámetro y descriptores de Resiliencia Social
- 4.3 Análisis de la dimensión económica
- 4.3.1 Análisis de fragilidad económica
Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Económica
- 4.4 Estratificación de la vulnerabilidad
- 4.5 Niveles de vulnerabilidad
- 4.6 Mapa de vulnerabilidad de Alto Mirave

CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO

- 5.1 Cálculo de probables pérdidas
- 5.2 Calculo del riesgo
- 5.3 Niveles del riesgo
- 5.4 Estratificación del nivel del riesgo
- 5.5 Mapa de riesgos por flujos de detritos de Alto Mirave
- 5.6 Matriz de riesgo

CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

- 6.1 Aceptabilidad o tolerancia del riesgo

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

INTRODUCCION

La zona para reasentamiento poblacional denominada Alto Mirave, está ubicado en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna. Se encuentra en la zona alta del margen izquierdo de la cuenca de Ilabaya. Es una zona vacía

En marzo del año 2015, como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales se vio afectado por el fenómeno de flujo de detritos. Hubieron daños de magnitud en viviendas (85% deterioradas), servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura diversa, hectáreas de cultivos, así como daños a la salud y el patrimonio, situación que conllevó a que el Centro Poblado de Mirave sea declarado en Estado de Emergencia mediante el Decreto Supremo N° 025-2015-PCM, de fecha 29.03.2015.

En este contexto, la Municipalidad Distrital de Ilabaya elabora el informe de evaluación del riesgo por flujos de detritos en la zona de acogida denominada Alto Mirave para poder determinar los niveles del riesgo y poder tomar las medidas para la prevención y reducción del riesgo de desastres ante flujos de detritos en salvaguarda de la vida y de la propiedad pública y privada.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivo general

Determinar el nivel del riesgo originado por flujos de detritos en la zona de acogida Alto Mirave, distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, Región de Tacna.

1.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar los peligros, niveles de peligro y la elaboración del mapa de peligro.
- Analizar la vulnerabilidad, determinar los niveles de vulnerabilidad y la elaboración del mapa del nivel de vulnerabilidad de la zona de acogida Alto Mirave
- Establecer el nivel del riesgo y la elaboración del mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar medidas de control del riesgo.

1.3. Justificación

Sustentar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en la zona de acogida Alto Mirave en el marco del proceso del reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable estipulado por la Ley N° 29869.

1.4. Antecedentes

Los flujos de detritos conocidos como “huaicos” son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvia (Zavala et al. 2012).

El 26 de Marzo del año 2015 debido a la intensa lluvia ocurrida, se provocó un huaico en la provincia de Jorge Basadre donde el centro poblado Mirave del distrito de Ilabaya fue muy afectado, en el cual aproximadamente 50 viviendas resultaron inundadas debido a que la fuerza del huayco(Diario Correo).

Considerándose las intensas precipitaciones pluviales ocurridas el 26 de marzo en el Centro Poblado de Mirave, en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, en el departamento de Tacna, ha originado un huayco ocasionando daños de magnitud en viviendas, servicios básicos, vías de comunicación, infraestructura diversa, hectáreas de cultivos, así como daños a la salud y el patrimonio de la población, mediante Decreto Supremo N° 025-2015-PCM de fecha 29 de Marzo del 2015, se declaró el Estado de Emergencia por impacto de huaycos en el Centro Poblado de Mirave, Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre del Departamento de Tacna, por el plazo de treinta (30) días calendario, para la ejecución de medidas de excepción inmediatas y necesarias de respuesta y rehabilitación en la zona afectada.

Los documentos técnicos y científicos de relevancia considerados para la elaboración de esta evaluación son:

- Evaluación de Peligros Geológicos en el Centro Poblado de Mirave y Sector Alto Mirave (INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016).
- Informe Preliminar de Riesgo para la Reubicación y/o Reasentamiento de la Población de Mirave Afectada por Desastres Naturales (Arq. Tatiana Rafaella Miranda Fidel, 2016).
- Esquema de Ordenamiento Urbano Rural de Ilabaya 2014 -2024 (Municipalidad Distrital Ilabaya, Octubre 2014).
- Propuesta: Zonificación Ecológica Económica del Distrito de Ilabaya, Julio 2013.
- Memoria Descriptiva del Sub Modelo de Vulnerabilidad y Riesgo; Micro ZEE Distrito de Ilabaya, 2013.

1.5. Marco normativo

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

La zona de acogida Alto Mirave pertenece al distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, Región Tacna. Se ubica a dos kilómetros al oeste del centro poblado de Mirave, entre las quebradas Mirave y Ahorcado, a una altitud aproximada 1160 m.s.n.m.

Se encuentra ubicada en la coordenada UTM:

8066400 Norte;

334400 Este;

Datum WGS 84, Zona 19S.

Mapa N° 1: Ubicación Geográfica Zona de Acogida Alto Mirave



Fuente: EOUR- Ilabaya 2014 -2024/ Octubre 2014 - Google Earth.

2.2. Vías de acceso

Existen tres (03) vías que tienen el carácter departamental, y responden a los siguientes Códigos: TA-100, TA-104, y TA-105 los que cruzan el territorio del distrito y la provincia en forma transversal ya que además sirven de articulación a rutas rurales y caminos vecinales.

El acceso a la zona de acogida Alto Mirave es a través de un camino de trocha sin afirmar.

2.3. Población

La población total del Distrito de Ilabaya es de 4,414 habitantes según INEI-Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda.

Ver Cuadro N° 2.

Cuadro N° 1. Población total del Distrito de Ilabaya

POBLACIÓN TOTAL, POR ÁREA URBANA Y RURAL, Y SEXO, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES	TOTAL	POBLACIÓN		TOTAL	URBANA		TOTAL	RURAL	
		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES		HOMBRES	MUJERES
Distrito ILABAYA (000)	4414	2572	1842	3595	2123	1472	819	449	370

- Población Nominalmente Censada.

- No se empadronó a la población del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Fuente : INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

La población del centro poblado Mirave es de 882 habitantes, según fuente propia.

2.4. Condiciones climatológicas

El Clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinado, durante un período de tiempo relativamente largo.

La distribución de la temperatura para el área de estudio, presenta un comportamiento relacionado con la altitud, es decir que la temperatura decrece a mayor altitud, la misma que se observa que estaciones ubicadas en la costa registran mayor temperatura, mientras que los de la sierra registran menor temperatura.

Los centros poblados del distrito de Ilabaya se ubican en las estribaciones occidentales de la Cordillera occidental de los Andes, que se encuentran profundamente cortadas por importantes incisiones de los ríos, encontrándose las poblaciones a lo largo del valle del río Ilabaya desde la altitud de 1 117 m.s.n.m. en Mirave, 1 425 m.s.n.m en Ilabaya, 2 750msnm en Borogueña y 3 400msnm en Coraguaya, hasta los 4 050 m.s.n.m. en la Comunidad Campesina de Santa Cruz.

De esta manera, las condiciones climáticas varían con la altitud desde moderadamente templadas hasta frías.

Clima árido y templado, con estaciones secas

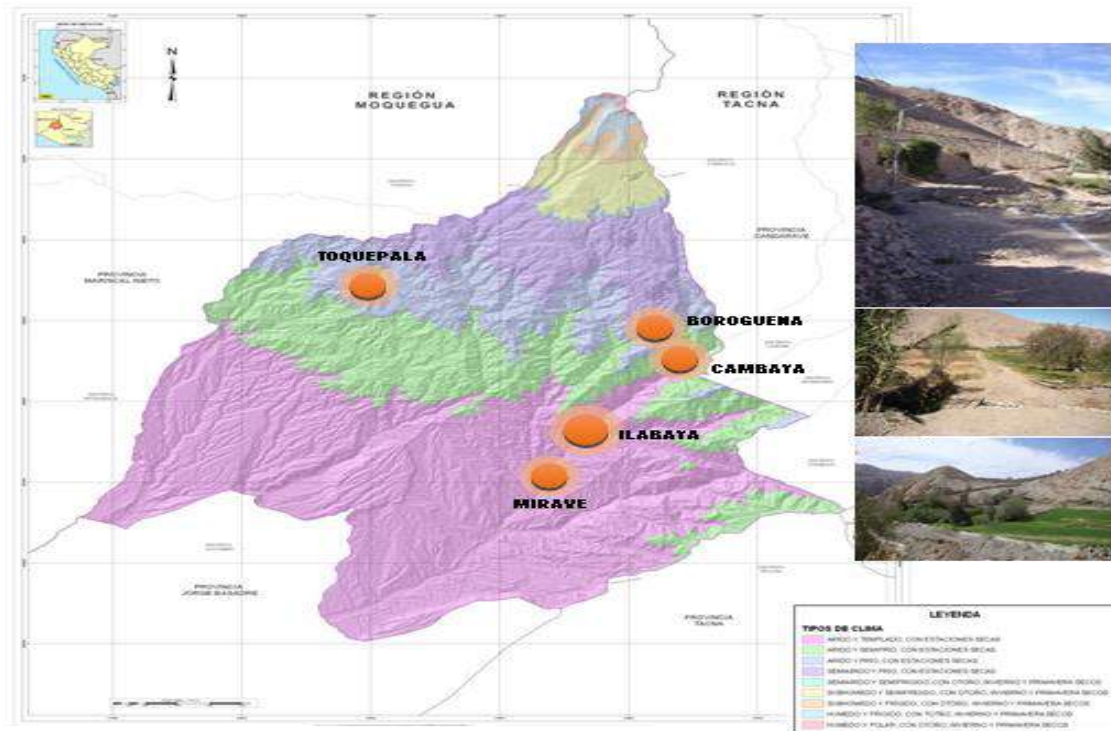
Su carácter árido, debido a la escasa precipitación que se registra en esta zona se tiene un promedio total anual de 13.7 mm (Ilabaya) y 17.7 mm (Mirave), registrándose las más altas precipitaciones durante el verano, lluvias de gota gruesa proveniente del trasvase de la zona altiplánica. Se distribuye de oeste a este entre los 900 y 2300 msnm y comprende los sectores de Ilabaya y Mirave.

Cuadro Nº 2: Tipos de clima distrito de Ilabaya

Sector	Tipo de clima
Mirave	Clima árido templado con estaciones secas
Ilabaya	Clima árido templado con estaciones secas
Borogueña	Clima árido y semifrío, con estaciones secas
Cambaya	Clima árido y semifrío, con estaciones secas
Toquepala	Clima árido y frío, con estaciones secas

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 2: Distribución clima distrito de Ilabaya



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.4.1. Parámetros climatológicos

Temperatura

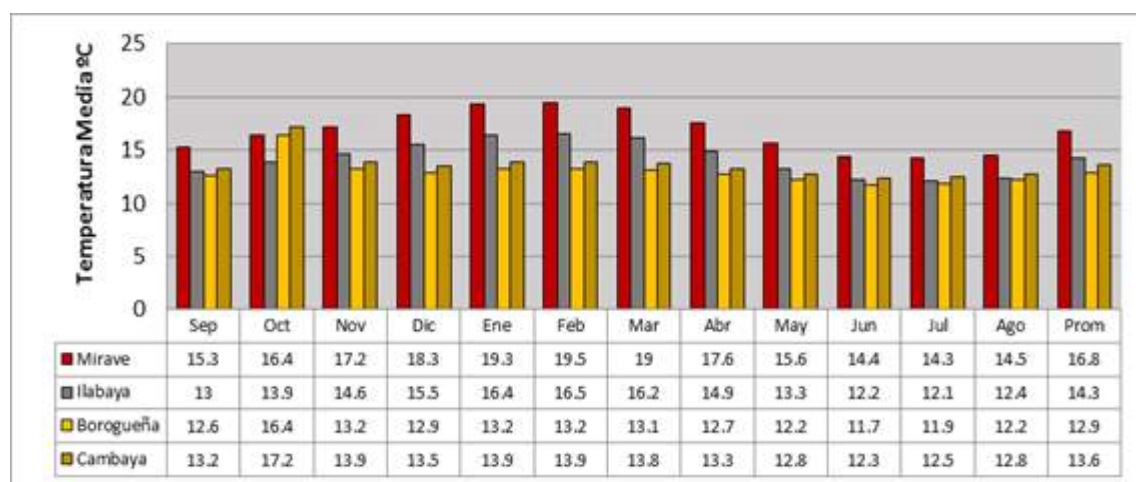
- **Temperatura Media**
El sector de Mirave la temperatura media es de 16.8 °C, incrementándose hasta 19.5 °C en el mes de febrero. Durante el periodo de invierno se presentan las temperaturas más bajas con 14.3 °C en el mes de junio.
- **Temperatura Máxima**
En el sector de Mirave la temperatura máxima mensual se presente con mayor intensidad en el mes de febrero alcanzando hasta 31.2 °C y el más bajo en el mes de julio alcanzando valores de 23.8 °C.
- **Temperatura Mínima**
En el sector de Mirave debido a la temperatura mínima llega a valores superiores a los 9 °C principalmente durante el periodo de invierno.

Cuadro N° 3: Temperatura media mensual distrito Ilabaya °C

Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom
Mirave	15.3	16.4	17.2	18.3	19.3	19.5	19.0	17.6	15.6	14.4	14.3	14.5	16.8
Ilabaya	13.0	13.9	14.6	15.5	16.4	16.5	16.2	14.9	13.3	12.2	12.1	12.4	14.3
Borogueña	12.6	16.4	13.2	12.9	13.2	13.2	13.1	12.7	12.2	11.7	11.9	12.2	12.9
Cambaya	13.2	17.2	13.9	13.5	13.9	13.9	13.8	13.3	12.8	12.3	12.5	12.8	13.6

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 1: Temperatura media mensual distrito de Ilabaya °C



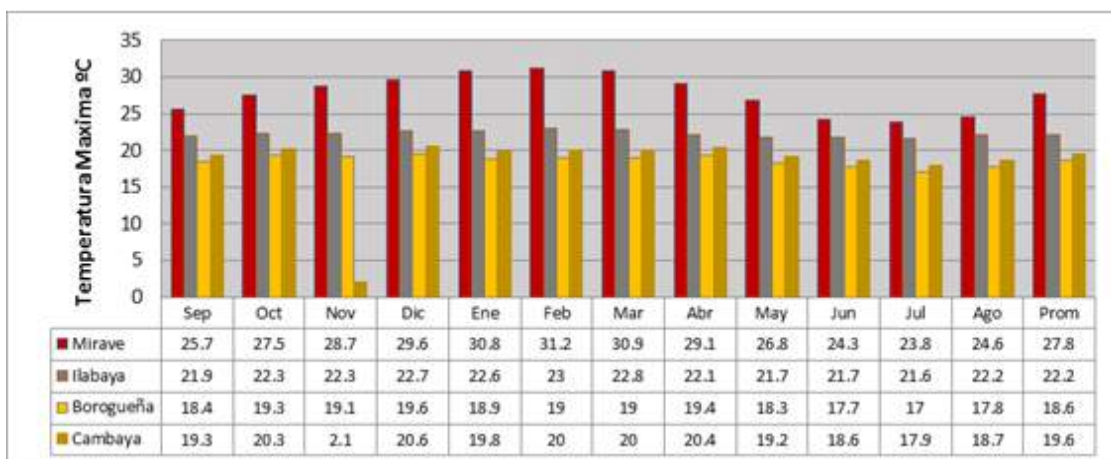
Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Cuadro N° 4: Temperatura máxima mensual distrito de Ilabaya °C

Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom
Mirave	25.7	27.5	28.7	29.6	30.8	31.2	30.9	29.1	26.8	24.3	23.8	24.6	27.8
Ilabaya	21.9	22.3	22.3	22.7	22.6	23.0	22.8	22.1	21.7	21.7	21.6	22.2	22.2
Borogueña	18.4	19.3	19.1	19.6	18.9	19.0	19.0	19.4	18.3	17.7	17.0	17.8	18.6
Cambaya	19.3	20.3	21	20.6	19.8	20.0	20.0	20.4	19.2	18.6	17.9	18.7	19.6

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 2: Temperatura máxima mensual distrito de Ilabaya °C



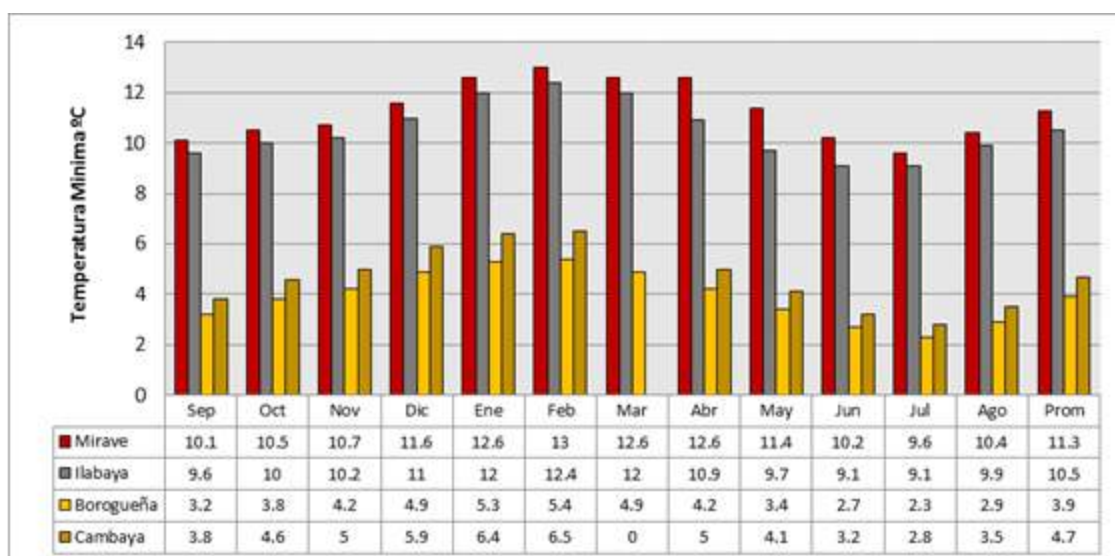
Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Cuadro N° 5: Temperatura mínima mensual distrito de Ilabaya °C

Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom
Mirave	10.1	10.5	10.7	11.6	12.6	13.0	12.6	12.6	11.4	10.2	9.6	10.4	11.3
Ilabaya	9.6	10.0	10.2	11.0	12.0	12.4	12.0	10.9	9.7	9.1	9.1	9.9	10.5
Borogueña	3.2	3.8	4.2	4.9	5.3	5.4	4.9	4.2	3.4	2.7	2.3	2.9	3.9
Cambaya	3.8	4.6	5.0	5.9	6.4	6.5	5.9	5.0	4.1	3.2	2.8	3.5	4.7

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Gráfico N° 3: Temperatura mínima mensual distrito de Ilabaya °C



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Precipitaciones

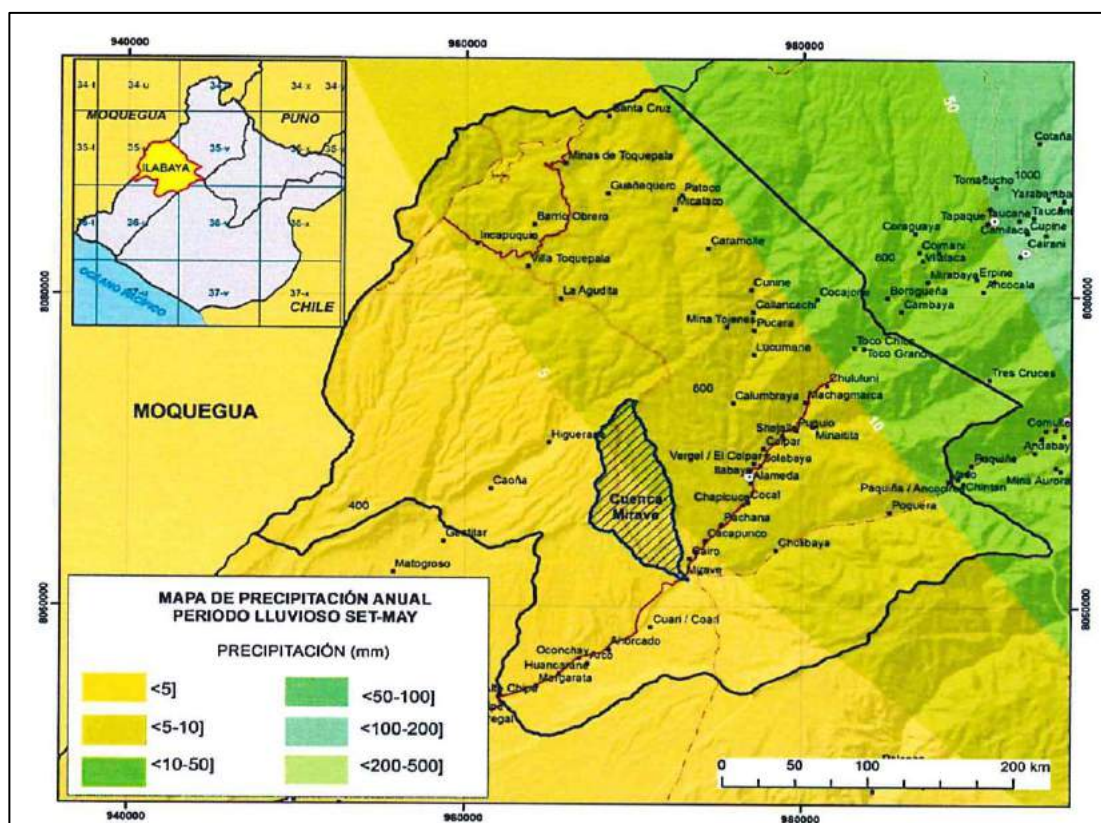
La precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes llega a la superficie terrestre. Las lluvias granizadas, garúas y nevadas son formas de un mismo proceso: la precipitación.

En nuestro caso las precipitaciones total anuales en el sector de Ilabaya oscilan entre los 14.1 mm Concentrados en el periodo de lluvias de enero a marzo.

En el sector de Mirave las lluvias se concentran entre los meses de enero a marzo con un promedio de 16.6 mm

Según SENAMHI (2010), la precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal para la microcuenca de Mirave se encuentra en el rango de 5 a 10mm.

Mapa N° 3: Mapa de precipitación acumulada durante el periodo de lluvioso normal



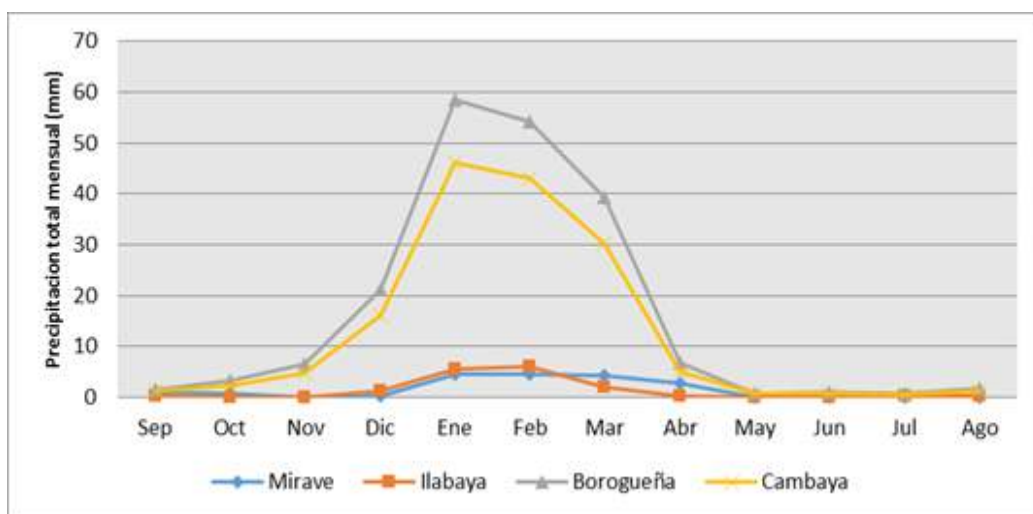
Fuente: SENAMHI, 2010.

Cuadro N° 6: Precipitaciones total mensual en el distrito Ilabaya (mm)

Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom
Mirave	0.9	0.6	0.0	0.1	4.5	4.6	4.3	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6
Ilabaya	0.3	0.0	0.0	1.1	5.4	5.9	1.9	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	14.1
Borogueña	1.5	3.1	6.4	21.2	58.6	54.1	39.3	6.8	0.8	0.9	0.6	1.7	194.9
Cambaya	1.2	2.3	4.7	16.1	46.1	43.1	30.3	5.1	0.6	0.7	0.5	1.3	152.1

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Grafico N° 4. Precipitación total mensual en el distrito Ilabaya (mm)



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Vientos

La velocidad del viento en el sector de Ilabaya es de 1.5 m/s en promedio al igual que en el sector de Mirave.

Cuadro N° 7. Velocidad de viento mensual en el distrito Ilabaya (m/s)

Estación	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Prom
Mirave	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Ilabaya	1.5	1.5	1.5	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
Borogueña	2.0	2.1	2.1	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0
Cambaya	1.9	1.9	1.9	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.5. Hidrología

El distrito de Ilabaya se encuentra emplazado en las cuencas de los ríos Ilabaya, Curibaya y Locumba. La cuenca del río Ilabaya abarca las áreas de influencia de los distritos de Camilaca, Cairani, Huanuara e Ilabaya. La cuenca del río Curibaya abarca los ámbitos de influencia de los distritos de Curibaya, Ilabaya y Locumba. Respecto a las micro cuencas del distrito de Ilabaya, las más representativas son: Borogueña, Carumbraya, Curibaya e Higuerani (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

El área de estudio se encuentra ubicada en los ámbitos de influencia de los distritos de Ilabaya, Camilaca, Cairani y Huanuara. Las microcuencas de interés se encuentran emplazadas en áreas pertenecientes a las Provincias de Jorge Basadre Grohman y Candarave en la Región Tacna.

El área total de las microcuencas, tiene una extensión total de 572 km² (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

El excedente de agua existente en la micro cuenca de Curibaya y en los sectores de riego de Mirave y Oconhay, es artificial, y se debe a las aguas turbinadas de la laguna Aricota en las centrales hidroeléctricas Aricota I y II (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial, 2010).

Las microcuencas existentes están emplazados en una topografía muy agreste con pendientes medias comprendidas de 20 al 60 % (con promedios de 11 a 21%); con elevaciones medias del orden de 4500 msnm en la parte altoandina que es la zona húmeda del área de estudio, siendo la más representativa la microcuenca de Borogueña con un área de drenaje de 106.8 km² y con un caudal base del orden de 115 l/s en su momento más crítico de estiaje (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

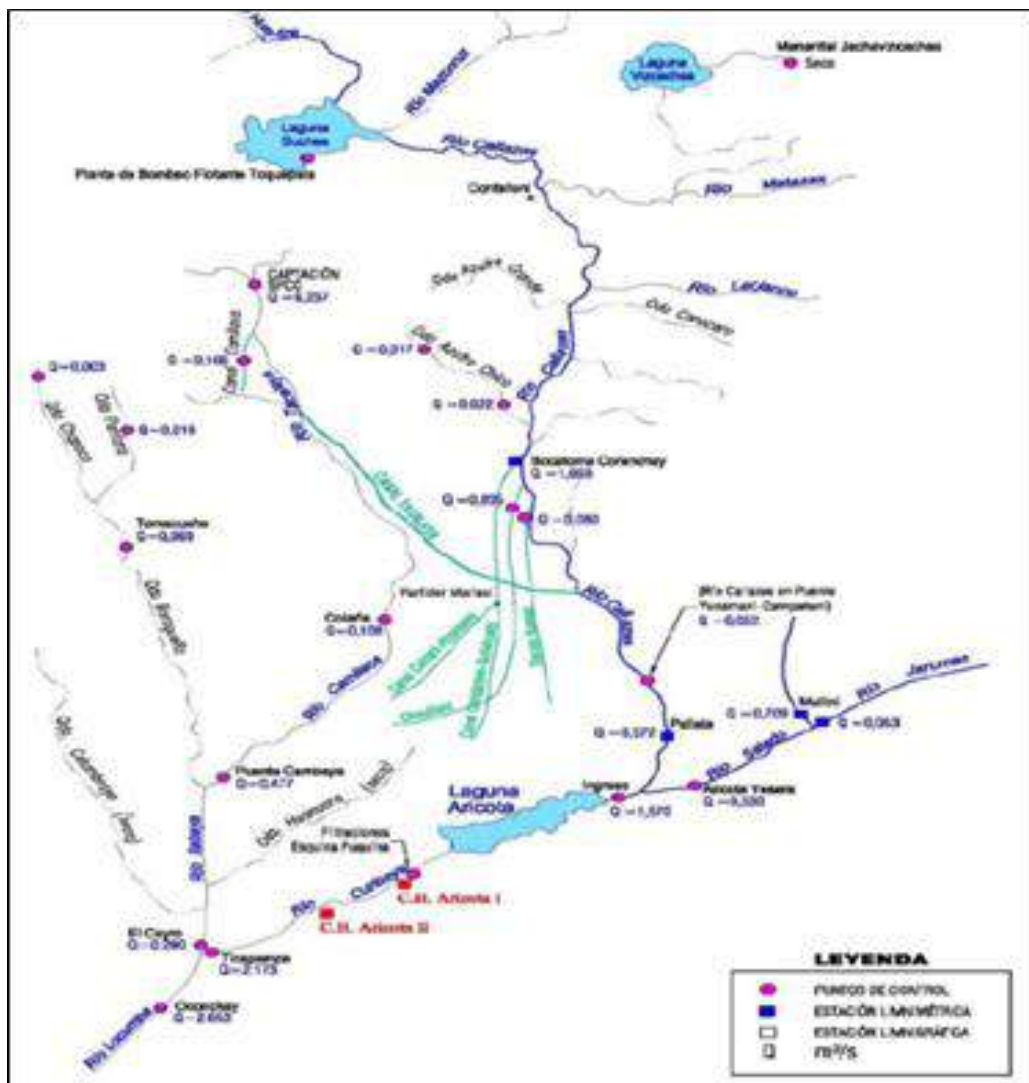
El recurso hídrico del distrito de Ilabaya se encuentra concentrado en el periodo de lluvias con un 70% de la masa anual; el mismo, que ocasiona múltiples daños a la infraestructura de riego y vial existente en el distrito (Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010).

Cuadro N° 8: Datos de los parámetros geomorfológicos de las microcuencas de Ilabaya

Microcuenca	Área Km2	Perímetro Km	Forma de Cuenca			Rectángulo Equivalente		Elevación media msnm	Pendiente Promedio (%)	Red de Drenaje		
			Coef. Comparidad	Relación Elongación	Factor de Forma	L Km	I Km			Orden Corrientes	Relación Bifurcación	Densidad Drenaje
Borogueña	114	97	2.54	0.63	0.31	43.80	2.60	4 084,46	20.6	4	5,5	2.305
Oconchay	128	58	1.44	0.75	0.44	20.17	6.35	2070.56	12.4	5	4.5	0.946
Calumbaya	171	89	1.91	0.47	0.17	36.81	4.64	3442,29	16.0	5	2,5	1.292
Intercuenca Caoña - Oconchay	25	27	1.51	0.62	0.30	9.80	2.55	2428,99	11.9	4	2,0	2.351
Curibaya	140	58	1.37	0.53	0.22	19.34	7.24	2428,99	17.1	5	2	0.829
Higuerani	338	131	2.00	0.41	0.13	55.18	6.13	3640,00	12.5	4	2	0.980
Toquepala	208	85	1.65	0.57	0.26	32.71	6.36	3215.70	11.8	5	2	0.944
Huanuara	59	38	1.39	0.59	0.27	12.79	4.61	3740.54	21.1	4	3	1.301
Mirave	79	43	1.35	0.54	0.23	14.15	5.58	2133.45	14.2	5	2	1.075

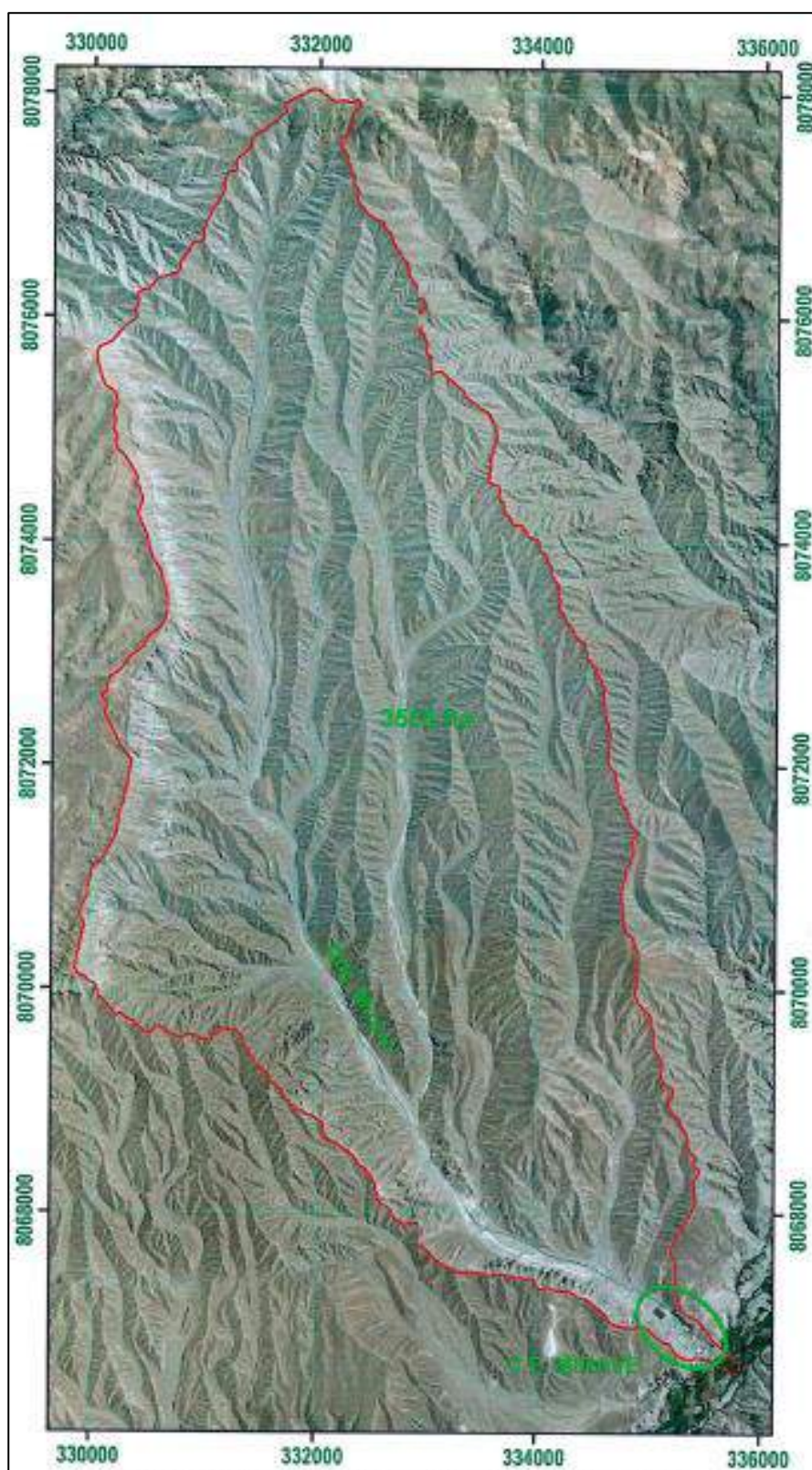
Fuente: Estudio Hidrológico Superficial Proyecto Ordenamiento Territorial 2010

Mapa N° 4. Esquema hidrográfico de los ríos Ilabaya y Curibaya



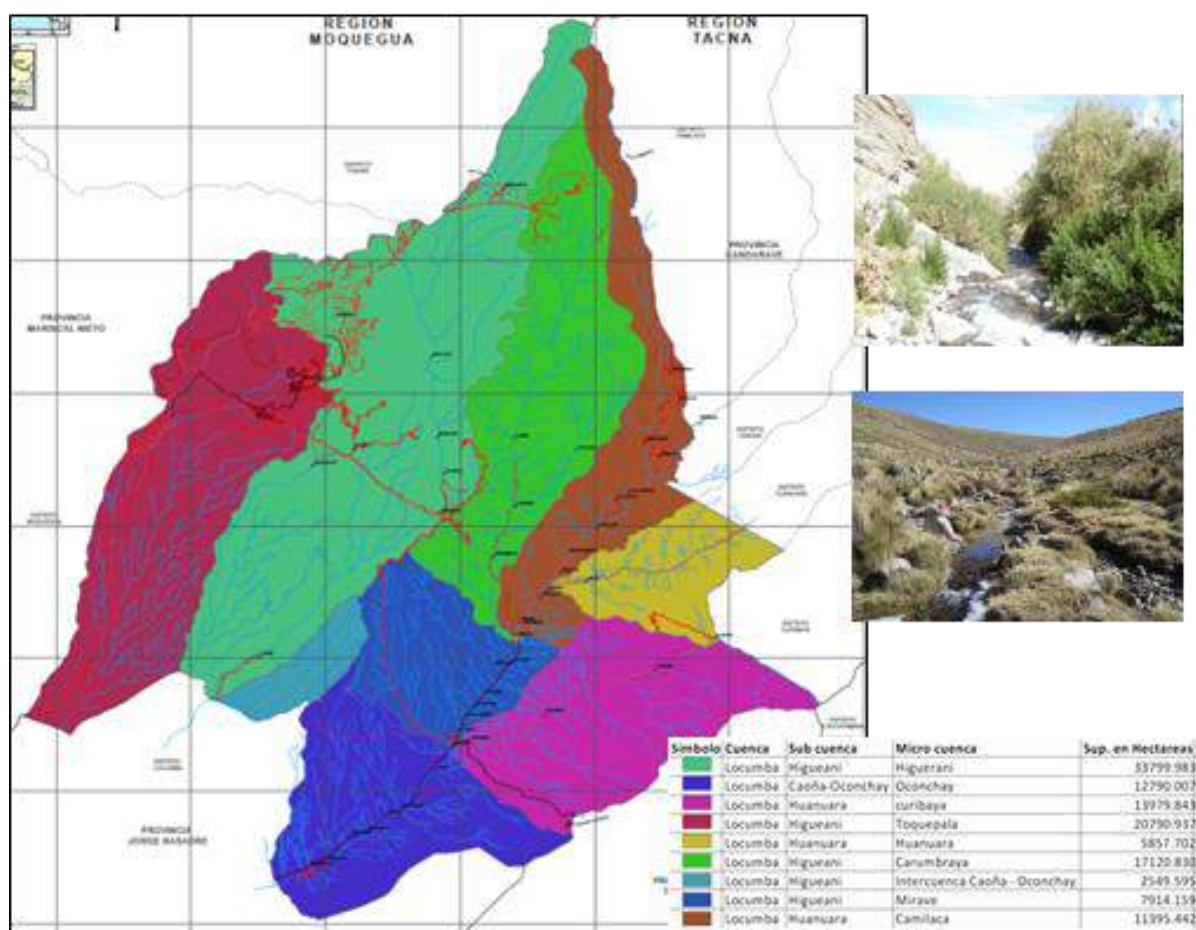
Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 5. Mapa de delimitación de la Microcuenca Mirave



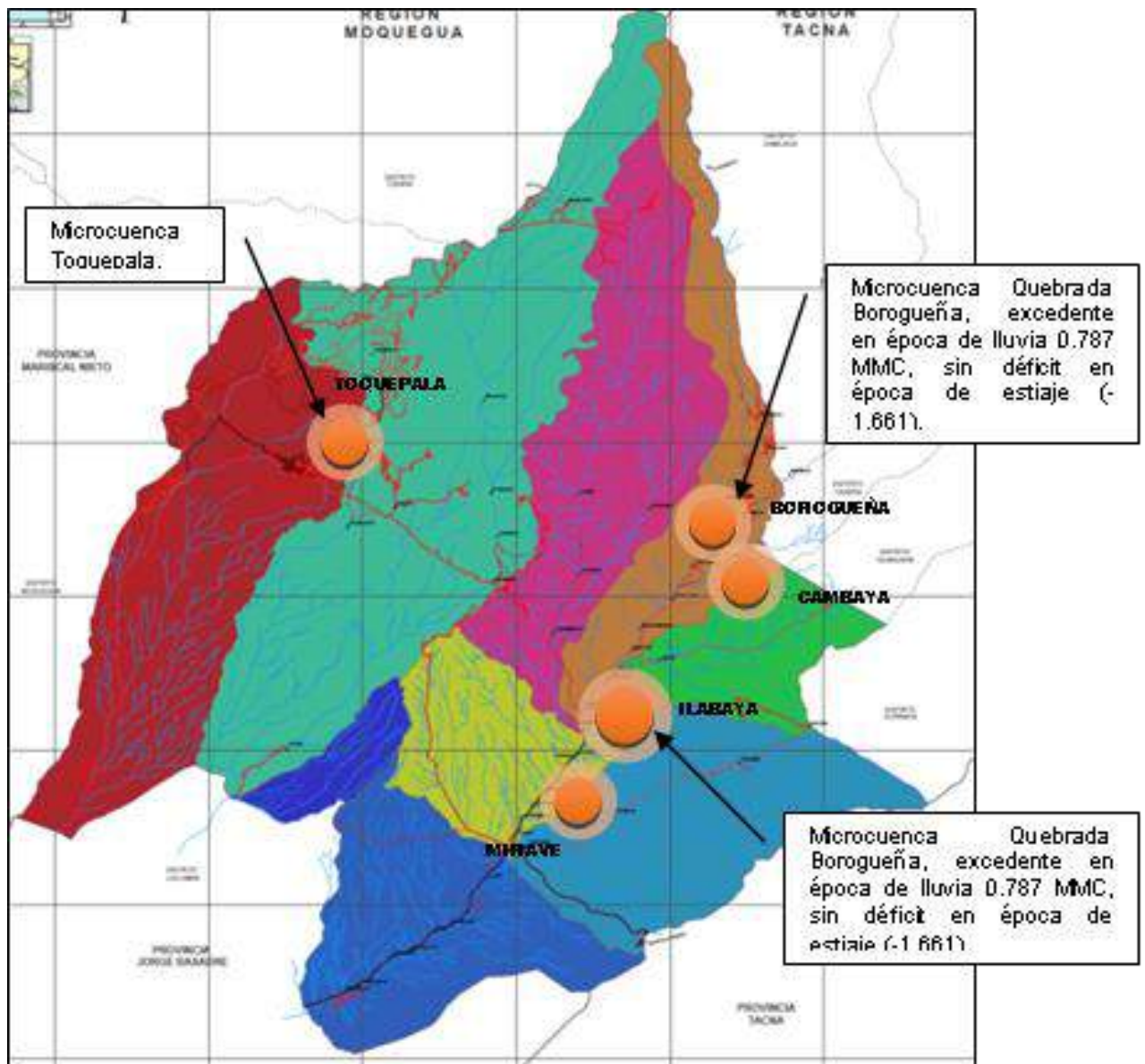
Fuente: INGEMMET- 2016

Mapa N° 6. Distribución de micro cuencas



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 7. Balance hídrico a nivel de micro cuencas



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

2.6. Geología y geomorfología

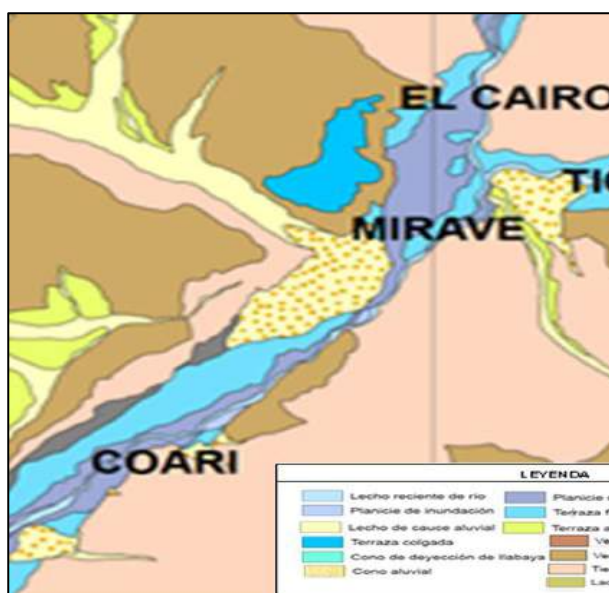
Desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio se ubica en la Cordillera Occidental del Perú disectada por varios cursos de ríos y quebradas; que determinan la formación de unidades geomorfológicas de valles que drenan en dirección sur-oeste hacia el Océano Pacífico, estos valles se forman por los ríos que labran su cauce en la planicie costanera. De acuerdo a las etapas del curso de los ríos los sectores de llabaya y Mirave se encuentran en la clasificación de valle estrecho inundable.

Cuadro N° 9. Clasificación geomorfológica de los sectores llabaya y Mirave

Sector	Unidad	Proceso	Forma	Descripción
Mirave	Valles	Fluvial Fluvio-aluvial	Lecho reciente de río	Zona por donde divagan los canales cubiertos por agua
			Planicie de Inundación	Zona inundable ante una eventual crecida de río
			Planicie de Inundación evento excepcional	Área marginal de poca altitud que es inundada excepcionalmente
			Terraza fluvial	Plataforma plana a ligeramente inclinada no inundable
			Terraza Colgada	Forma ligeramente inclinada encajada en las laderas del valle a 30 m de altura
			Cono de Eyección llabaya	Forma de abanico antigua e incisada generada por el río Calumbraya.
	Aluvial	Aluvial	Lecho de cauce aluvial	Cauce seco de fondo ancho, activo en eventos excepcionales de lluvias
			Terraza aluvial	Plataforma plana disectada observada en el fondo de un valle aluvial
			Cono Aluvial	Cono de deyectivo de quebrada seca con pendiente suave a moderada.
	Cordillera occidental	Denudaciona l estructural	Vertiente montañosa moderada	Relieve con elevaciones moderadas y pendientes entre 30° y 50°.
			Vertiente colinosa elevada	Relieve con elevaciones moderadas a 200 m y pendientes menores a 45°.
			Tierras malas	Relieve uniforme que presenta barrancos, cañones y formas de pináculos.
	Morfo-dinámica actual	Antrópico	Ladera aterrazada	Relieve de corte y relleno sucesivo en forma de terrazas, con pendiente de 10° a 60°

Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

Mapa N° 8. Clasificación geomorfológica de los Sectores Ilabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de climatología MZEE

En la zona se exhibe tres explanadas con vertientes escarpadas o pendientes modeladas en rocas sedimentarias; los cauces de los ríos descienden con pendiente moderada hacia la vertiente del pacifico.

2.6.1 Unidades Geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio, considerando los criterios de control y clasificación de las unidades geomorfológicas se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 10. Unidades Geomorfológicas Identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional		
Unidad	Sub unidad	
Colinas	Colindas en roca sidementaria	RCL-rs
Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional		
Unidad	Sub unidad	
Pledemonte	Vertiente o pie de monte coluvio-deluvial	V-cd
	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	P-at
Planicie	Terraza aluvial	T-al
	Terraza fluvial	T--fl

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

- **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Resulta del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales,

estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes. (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colina, superficies onduladas y lomadas.

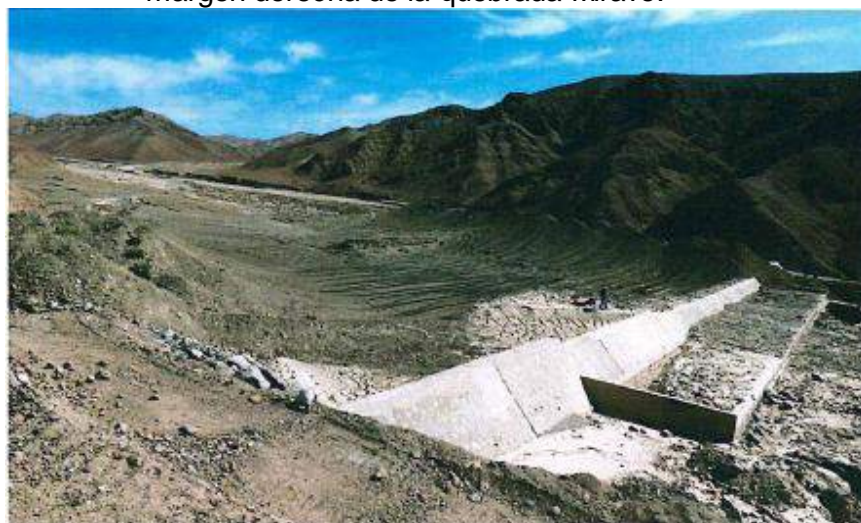
- ✓ **Unidad Colinas y lomadas /Colinas en roca Sedimentaria RCL-rs**
Afloramientos de roca sedimentaria reducida por procesos denudativos, conforman elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja

Foto N°1. Relieve de colinas y Lomadas modeladas en rocas sedimentarias, margen derecha de la quebrada Mirave.



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto N° 2. Relieve de colinas y Lomadas modeladas en rocas sedimentarias, margen derecha de la quebrada Mirave.



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

- **Geoformas de carácter deposicional o gradacional**

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomórfológicos a los que se puede denominar constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

- ✓ **Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)**

Acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), por acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de las laderas.

- ✓ **Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at)**

Asociada a depósitos dejados por flujos de detritos y de lodos de tipo excepcional, de pendiente suave, menor a 5°.

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenocilosa, depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada Mirave y Río Salado. Sobre estos depósitos se asienta el área urbana del Centro poblado de Mirave

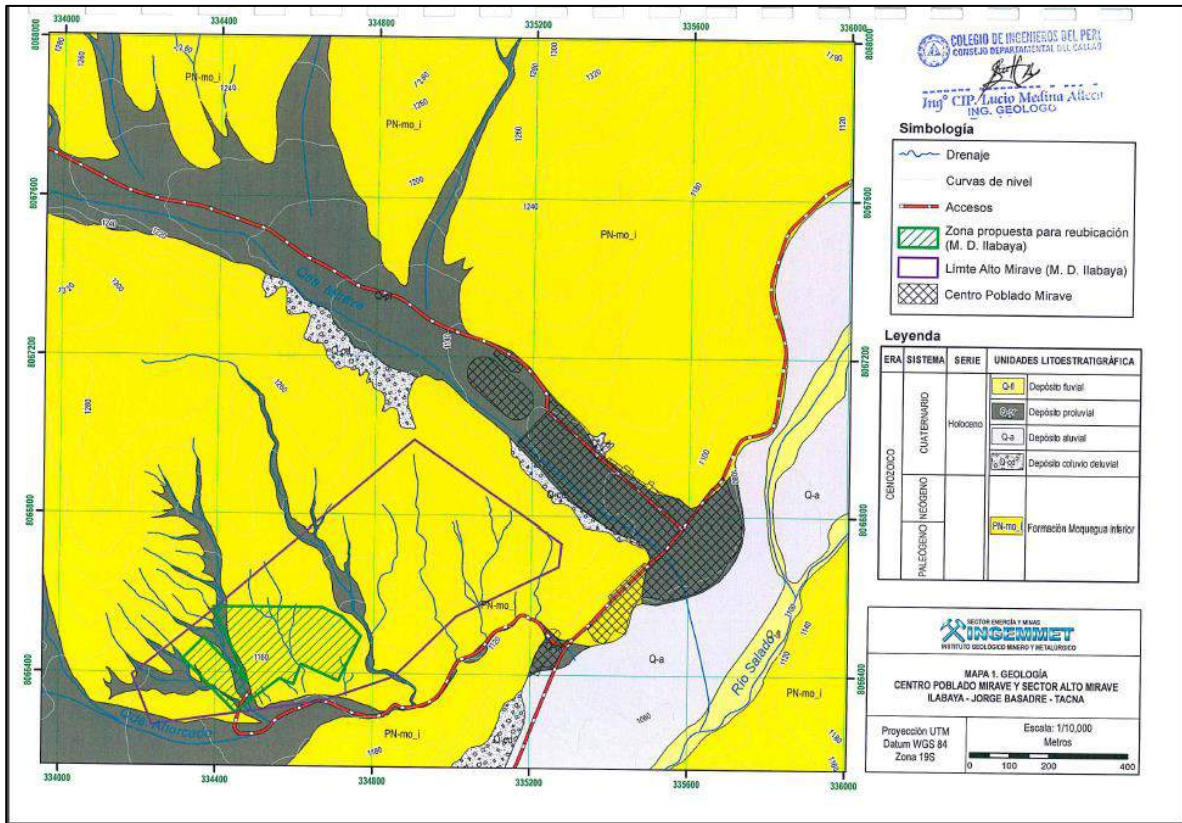
- ✓ **Terraza Aluvial (T-al)**

Proporciones de terreno dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, disectados por las corrientes de profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

- ✓ **Terraza fluvial (T-fl)**

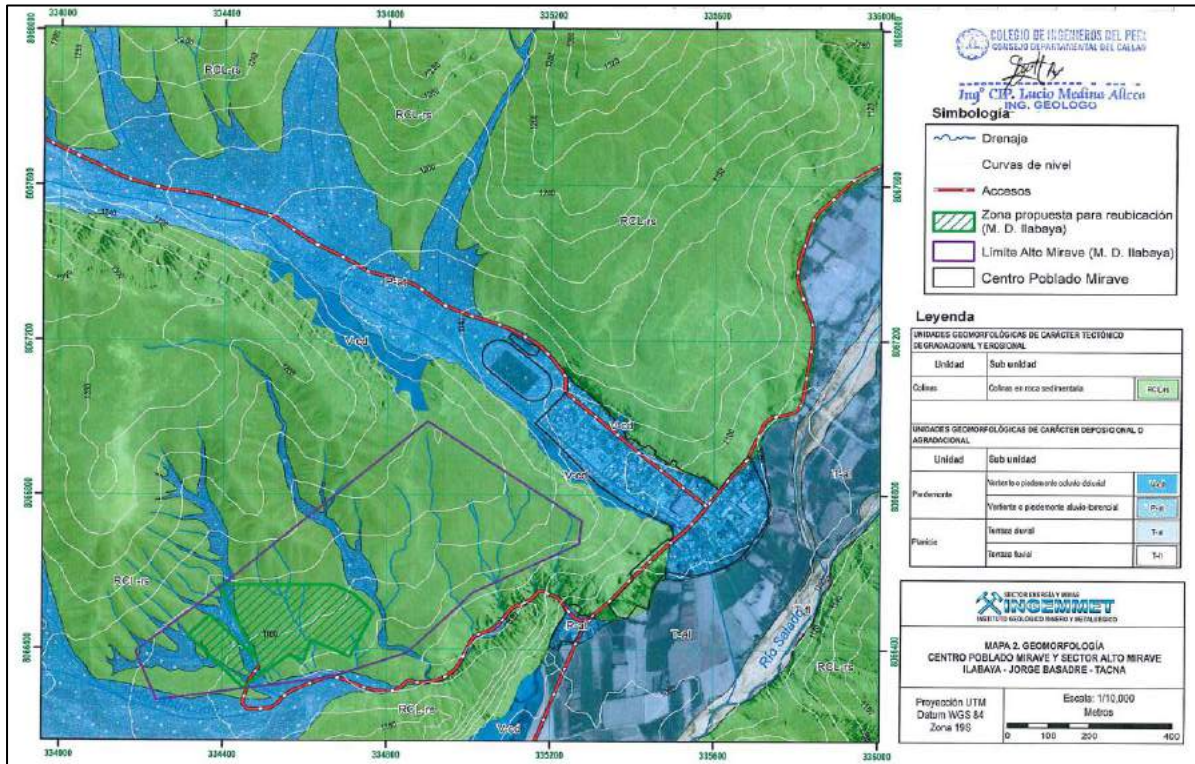
Caracterizadas por presentarse dentro del curso de los ríos, tiene su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente están compuestas por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, y conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

Mapa N° 9. Geología del Centro Poblado Mirave y Alto Mirave



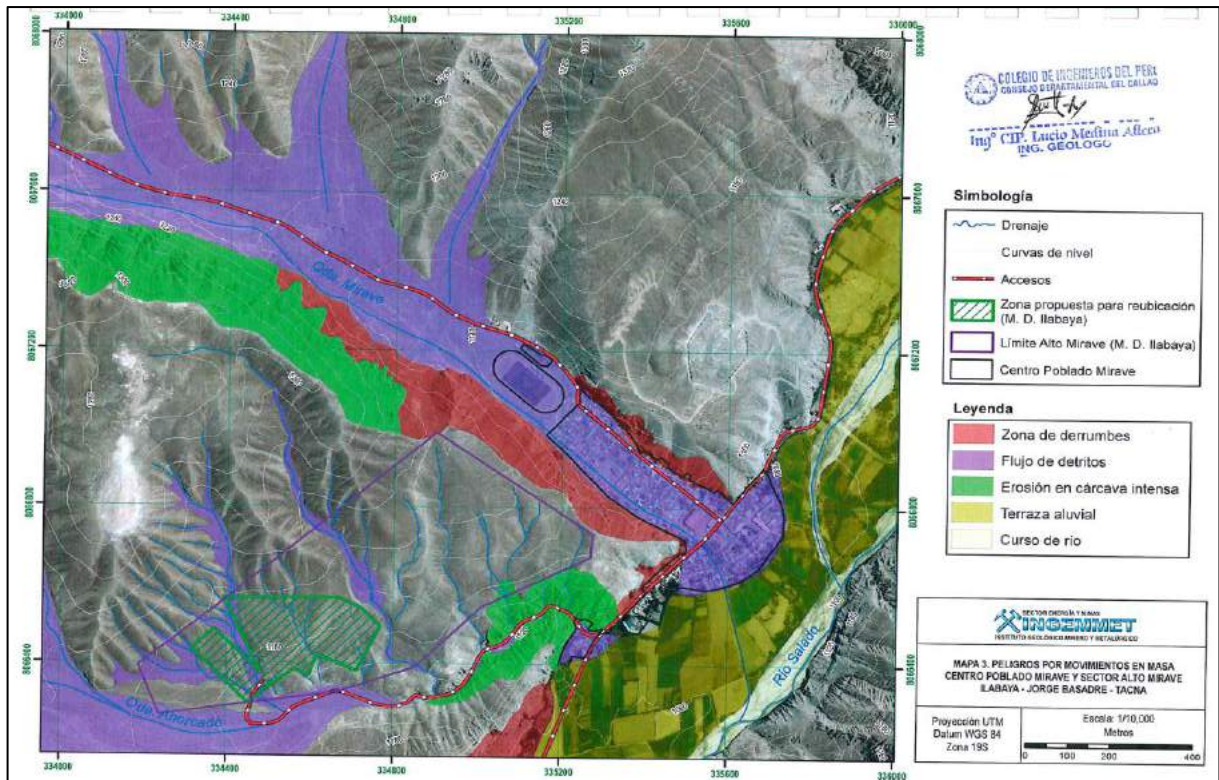
Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Mapa N° 10. Geomorfología del Centro Poblado Mirave y Alto Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Mapa N° 11. Peligros por Movimiento de masa centro poblado Mirave y sector Alto Mirave

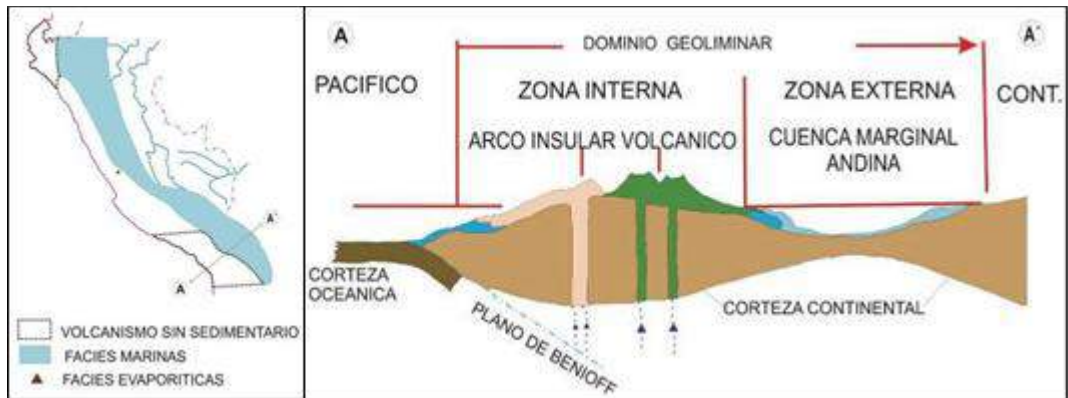


Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

2.6.2 Unidades geológicas

El ciclo andino debuta en el Triásico Superior con la formación de un dispositivo paleogeográfico paralelo a la costa actual. Este dispositivo paleogeográfico se establece integralmente sobre un sustrato siálico constituido por la superposición de las orogenias precámbricas y hercinianas. Si bien existen variaciones locales, el dispositivo es válido para toda la extensión del territorio peruano. Se ha manifestado la actividad magmática desde los tiempos proterozoicos, siendo más persistente durante el cenozoico, se aprecia una migración de Oeste a Este como se aprecia en la Cordillera Occidental y el Altiplano, donde el magmatismo más joven aflora.

Gráfico N° 5. Facies del triásico superior

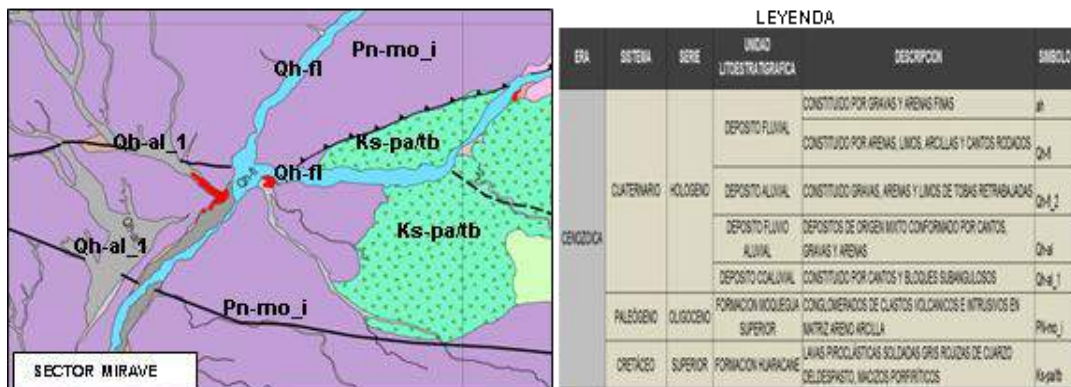


Fuente: Estudio temático de geología MZEE

La secuencia estratigráfica de la zona estudiada, incluye rocas cuyas edades van desde el mesozoico hasta el cenozoico, dispuestas en estrecha relación con las unidades geomorfológicas. En la zona de estudio se tiene:

- Mesozoico: Cretácico Inferior, constituido por una secuencia volcánica de composición andesítica, denominada Fm. Matalaque (Ki-ma). Cretácico Superior Grupo Toquepala dividido en cuatro formaciones: Huaracane, Inogoya, Paralaque y Quellaveco.
- Cenozoico Paleógeno, afloran la formación Quellaveco, la formación sotillo, la formación Moquegua inferior, la formación Moquegua superior.
- Cenozoico Neógeno, afloran la formación huaylillas y la formación millo.
- Cuaternario, consistente en los depósitos aluviales y morrenas.

Mapa N° 12. Clasificación geológica del sector de llabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de geología MZEE

Foto N° 3. Centro Poblado Mirave

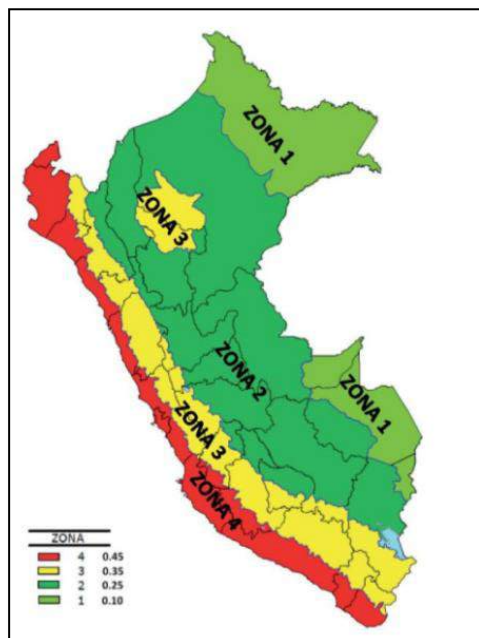


Fuente: Estudio temático de geología MZEE

2.7. Sismicidad

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, según el mapa de zonificación sísmica del Perú, el Centro Poblado de Mirave, se encuentra en la Zona - 4, de Sismicidad Alta; le corresponde un factor de Zona Z (g) = 0.45. Su intensidad, aceleración, coeficiente de sacudida y desplazamiento máxima relativo, están supeditadas a las condiciones locales como las características físicas mecánicas del suelo etc.

Mapa N° 13. Mapa de Zonificación Sísmica del Perú – Norma 2016



ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: D.S. N° 03-2016-VIVIENDA; Modifica la Norma Técnica E.030° Diseño Sismoresistente.

2.7.1. Amplificación sísmica

Para determinar la amplificación sísmica se calculó de la capacidad portante de los suelos dentro de las áreas de los sectores de estudio, con base a la información recolectada en campo se determinaron las siguientes características:

Sector de Mirave

La zona urbana dentro del sector de Mirave presenta una capacidad de carga con valores que fluctúan entre los 3.01 Kg/cm² y los 4.00 Kg/cm², presentando una amplificación sísmica baja. (EOUR de Ilabaya 2014 -2024; Municipalidad Distrital Ilabaya, Octubre 2014)

Zona de amplificación sísmica media: conformada por depósitos de caída de origen deluvial, con clasificación geotécnica de arenas limosas (SM), con valores de 1.01 Kg/cm² hasta los 2.0 Kg/cm² de capacidades de carga se encuentra dentro de la clasificación geotécnica denominada II. Está ubicado en las laderas bajas de los cerros que se observan en la zona y cotas arriba de la carretera principal.

Zona de amplificación sísmica baja: conformada por los depósitos gravosos de origen aluvial, clasificados geotécnicamente como gravas pobremente graduados con limos (GP-GM), así como la formación Ts-Mo_i que se observan en la zona, pertenecen a la clasificación geotécnica denominada IV y V, con valores mayores a 3.01 Kg/cm² en capacidades de carga, el material gravoso se encuentra cubriendo todo el pueblo, desde cotas arriba de la quebrada, hasta zonas próximas al cauce del río Ilabaya, mientras que la Formación Moquegua se observa en todas las direcciones que se vean desde el pueblo.

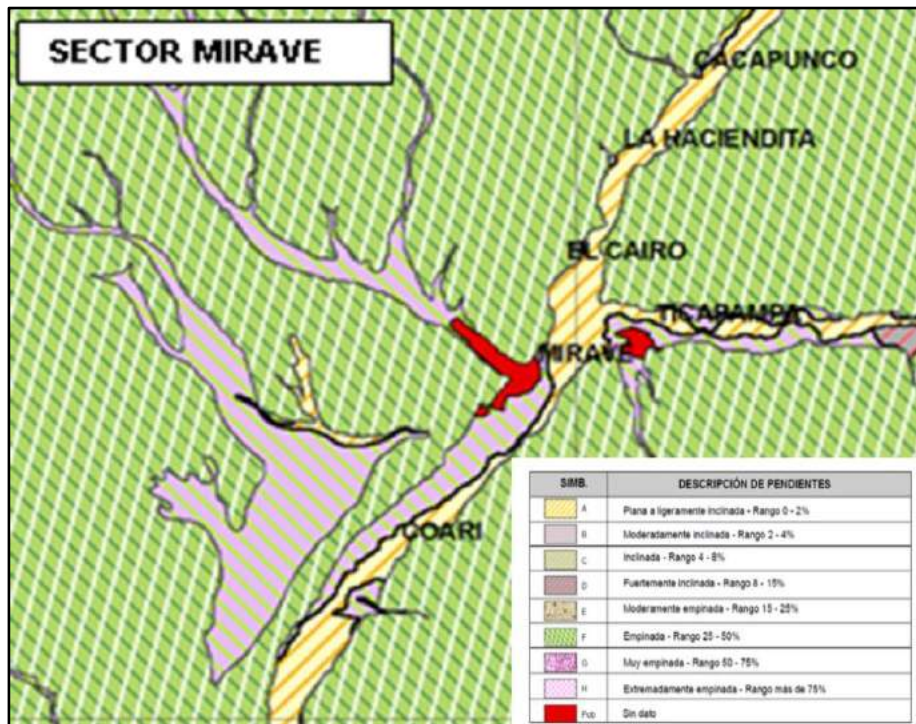
2.8. Topografía y pendiente

Debido a la acción erosiva ejercida por los ríos de las vertientes, se ha originado una topografía de quebradas y laderas con pendientes pronunciadas, con fondos estrechos, que en la mayoría de casos es ocupada por el cauce de los ríos, asimismo existen áreas suavemente onduladas correspondientes a superficies de erosión. De acuerdo a la sectorización se tienen las siguientes características:

Sector de Mirave:

- Plana o ligeramente inclinada en las zonas agrícolas de Mirave y Ticapampa, presenta una pendiente de 0-2%.
- Pendientes moderadamente inclinada en las zonas urbanas de Mirave y Ticapampa, zona denominada Mesa Chica, presenta una pendiente de 2-4%.
- Pendiente Empinada ubicado a los costados de la quebrada Mirave y Gallinazos así como a los costados de la zona agrícola, presenta una pendiente entre 25-50%.

Mapa N° 14. Clasificación de las pendientes en los sectores de Ilabaya y Mirave



Fuente: Estudio temático de geología MZEE- Año 2014

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3. DETERMINACION DEL PELIGRO

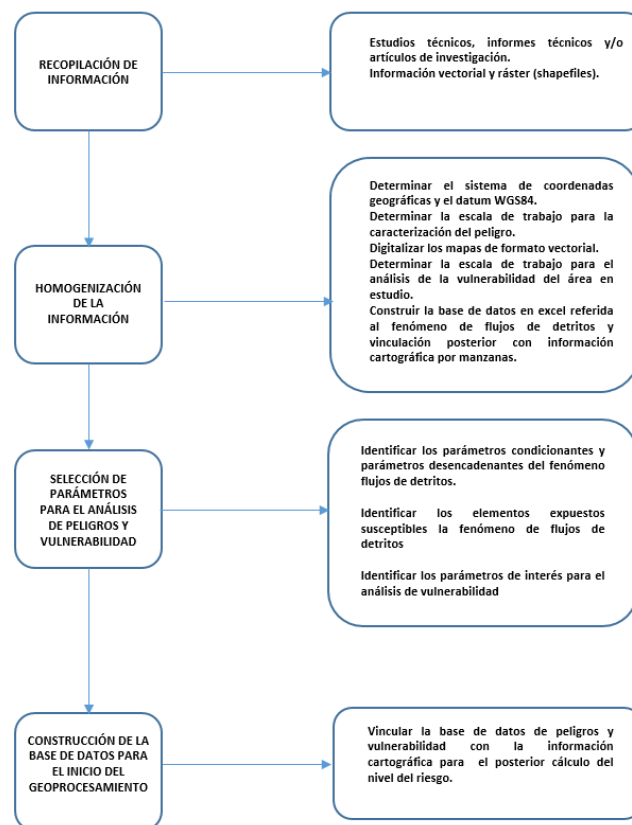
3.1. Metodología

3.1.1. Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del área de influencia del fenómeno de flujos de detritos (Gráfica N° 6).

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico N° 6. Flujoograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Para la evaluación geodinámica del lugar se contó con la siguiente información:

- Mapa geológico a escala 1: 100 000, del cuadrángulo de Moquegua (35-u), de INGEMMET (1992).

3.2. Identificación del área de influencia

La identificación del área de influencia del flujo de detritos abarca parte de la zona de acogida denominada Alto Mirave en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Esta se encuentra ubicada en la desembocadura de la microcuenca de la quebrada de Mirave.

Se ubica a dos kilómetros al oeste del centro poblado de Mirave, entre las quebradas Mirave y Ahorcado, a una altitud aproximada 1160 m.s.n.m. Ver Imagen N° 1, croquis don línea verde.

Se encuentra ubicada en la coordenada UTM: 8066400 Norte; 334400 Este. Datum WGS 84, Zona 19S.

Imagen N° 1. Centro poblado de Mirave y croquis de Nuevo Mirave



Fuente: Google Earth- Año 2016 adaptado por Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.3. Susceptibilidad del territorio

La zona de estudio se encuentra en el sector suroccidental del Perú. Esta cuenta con una franja predominante en rocas volcánicas terciarias (de baja calidad) y escasas rocas sedimentarias, extendida entre el sur de Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna. En esta franja son conocidos los deslizamientos. (Mariño et al 2010).

Según el Informe Técnico de INGEMMET (2016), los movimientos de masa identificados dentro del área de estudio corresponden a flujos de detritos, derrumbe y erosión de cárcava.

Para efectos de informe de evaluación de riesgos sólo se ha considerado al originado por flujos de detritos en la zona de acogimiento en Alto Mirave.

INGEMMET menciona que los flujos de detritos son fenómenos naturales dentro del grupo de movimientos en masa que durante su desplazamiento se comportan como un fluido; pueden ser lentos, saturados o secos, canalizados y no canalizados. Su ocurrencia en la zona de Mirave está asociada a lluvias excepcionales. Se clasifican en flujos de detritos antiguos y recientes.

I. Factores condicionantes

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia del flujo de detritos; se consideraron los factores condicionantes del territorio propuestos por el INGEMMET, los cuales se muestran a continuación:

- Litología (calidad de las rocas y permeabilidad en algunas formaciones geológicas).
- Geomorfología.
- Pendiente.

Ponderación de factores condicionantes

Se muestra en forma general el proceso de cálculo de los pesos ponderados de los descriptores y se utiliza la tabla desarrollada por Saaty para indicar la importancia relativa de cada comparación de descriptores (ver cuadro N° 11).

Cuadro N° 11. Para ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty.

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que.....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Luego se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados (ver cuadros N°12 y N° 13) y su índice relación de consistencia (ver cuadro N° 14). Este proceso se repite para los descriptores que corresponde a los parámetros de pendiente, litología y morfología. Este mismo proceso se hará para cada uno de los parámetros y descriptores de los factores condicionantes y más adelante para el parámetro y descriptores del factor desencadenante.

Cuadro N° 12: Matriz de comparación de Pares

<u>Matriz de comparación de pares</u>			
Parámetros	Pendiente	Litología	Morfología
Pendiente	1.00	2.00	3.00
Litología	0.50	1.00	2.00
Geomorfología	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 13: Matriz de normalización

<u>Matriz de normalización</u>				
Parámetros	Pendiente	Litología	Morfología	Vector priorización
Pendiente	0.545	0.571	0.500	0.539
Litología	0.273	0.286	0.333	0.297
Geomorfología	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 14: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.005
Relación de consistencia < 0.04	RC	0.009

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

A. Pendiente

Indica los grados de inclinación del terreno frente a un plano horizontal. Los diferentes grados de pendiente condicionan los procesos geomorfológicos y los movimientos en masa. En base a la revisión de trabajos anteriores (Carrara et al, 1995; Fidel et al; 2006; Villacorta et al; 2015) se adoptaron los siguientes rangos:

- Muy altas pendientes: de 45° a más, indican escarpes muy fuertes en las laderas y tienen una influencia muy alta para la susceptibilidad a los movimientos en masa.
- Altas pendientes: de 45-35° tienen influencia alta en la susceptibilidad a los movimientos en masa, representando en el terreno laderas escarpadas de las montañas y colinas.
- Moderadas pendientes: 35-20° tienen influencia media en la susceptibilidad a los movimientos en masa. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.
- Bajas pendientes: entre 20 y 15°, representan una influencia baja en la susceptibilidad a los movimientos en masa, se representa en el fondo de valle y los taludes detríticos.

- Muy bajas pendientes: menores a 15°, áreas de muy baja influencia en la susceptibilidad a los movimientos en masa tipo caídas y derrumbes; sin embargo es el área donde se desplazan los sedimentos arrastrados, representa los conos de deyección de los cursos esporádicos y frecuentes.

Cuadro N° 15: Matriz de comparación de Pares

Matriz de comparación de pares					
Pendiente	Mayor a 45°	45° a 35°	35° a 20°	20° a 15°	Menor a 15°
Mayor a 45°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
45° a 35°	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
35° a 20°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
20° a 15°	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Menor a 15°	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 16: Matriz de normalización

Matriz de normalización						
Pendiente	Mayor a 45°	45° a 35°	35° a 20°	20° a 15°	Menor a 15°	Vector priorización
Mayor a 45°	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
45° a 35°	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
35° a 20°	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
20° a 15°	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Menor a 15°	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 17: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.017
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.015

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

B. Geomorfología

La secuencia estratigráfica de la zona estudiada, incluye rocas cuyas edades van desde el mesozoico hasta el cenozoico, dispuestas en estrecha relación con las unidades geomorfológicas.

Cuadro N° 18. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional		
Unidad	Sub unidad	
Colinas	Colindas en roca sedimentaria	RCL-rs
Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional		
Unidad	Sub unidad	
Piedemonte	Vertiente o pie de monte coluvio-deluvial	V-cd
	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	P-at
Planicie	Terraza aluvial	T-al
	Terraza fluvial	T-fl

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

• **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Resulta del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes. (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colina, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene las siguientes unidades:

✓ **Unidad de colinas y lomas**

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección; de menor altura que una montaña (menos 300 metros desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16% (FAO, 1968), conforman alineamientos de carácter estructural y denudativo. Esta unidad se ubica próxima a la unidad de montañas y viene a formar parte de las estribaciones andinas.

✓ **Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)**

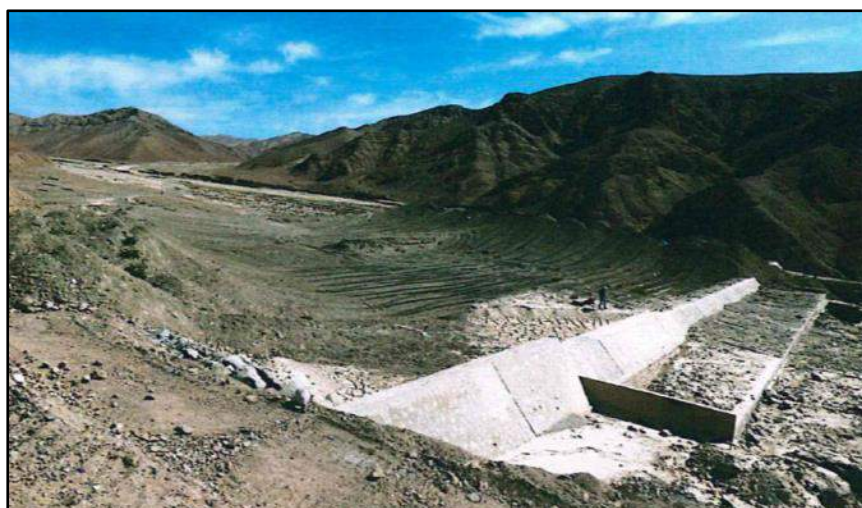
Corresponde a afloramiento de roca sedimentaria, residuos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja.

Foto 4. Relieve de colina y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen derecha de la quebrada Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto 5. Relieve de colina y lomadas modeladas en rocas sedimentarias, ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Mirave



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Geoformas de carácter deposicional o gradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomórficos a los que se puede denominar constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), así como también la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas.

Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at)

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos y de lodo de tipo excepcional. Tiene pendiente, suave menor a 5°.

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenarcilloso depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada de Mirave y río Salado.

Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Terraza fluvial (T-fl)

Se caracteriza por representarse dentro del curso del río, sobre todo tienen su mayor extensión sobre los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, canto, gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Salado a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

Cuadro N° 19: Matriz de comparación de Pares

Matriz de comparación de pares				
Geomorfología	Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos	Glacis, cono/abanico-aluvial	Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual	Terraza fluvial
Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos	1.00	2.00	3.00	4.00
Glacis, cono/abanico-aluvial	0.50	1.00	2.00	3.00
Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual	0.33	0.50	1.00	2.00
Terraza fluvial	0.25	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 20: Matriz de normalización

Matriz de normalización					
Geomorfología	Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos	Glacis, cono/abanico-aluvial	Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual	Terraza fluvial	Vector Priorización
Talud de detritos, avalanchas y flujos de detritos	0.480	0.522	0.462	0.400	0.466
Glacis, cono/abanico-aluvial	0.240	0.261	0.308	0.300	0.277
Montañas modeladas en rocas intrusivas y cauce actual	0.160	0.130	0.154	0.200	0.161
Terraza fluvial	0.120	0.087	0.077	0.100	0.096

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 21: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.010
Relación de consistencia < 0.08	RC	0.012

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

C. Litología

Los flujos antiguos cubren todo el valle de la Quebrada de Mirave y sus quebradas afluyentes. Su litología está compuesta por fragmentos de rocas, gravas, arenas soportadas en una matriz limosa (INGEMMET, 2016).

Unidades litológicas

Las características litológicas permiten entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es su grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo describe el factor estructural de estabilidad, calificado de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.

En la región de Tacna se distribuyen rocas y depósitos, los cuales están constituidos de minerales y mantienen orden y distribución que dependen de los procesos de formación de la roca.

Cuadro N° 22. Clasificación de Unidades Litológicas

Bajo	Rocas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas.
Medio	Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos, secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad.
Alto	Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos sub-redondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas.
Muy Alto	Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas.

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Foto 6: Depósitos de flujos antiguos en quebrada de MIRAVE



Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

Geológicamente, el Centro Poblado de Mirave se encuentra asentado sobre depósitos proluviales compuestos por fragmentos rocosos polimícticos y heterométricos (bloques, bolos y detritos) soportados en matriz limoarenarcilloso. El origen de los depósitos corresponde a antiguas ocurrencias de flujos de detritos y de lodo proveniente de los afloramientos sedimentarios de la Formación Moquegua Inferior.

Cuadro Nº 23: Matriz de comparación de Pares

<u>Matriz de comparación de pares</u>				
Litología	Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales	Intrusivos fracturados	Intrusivos compactos	Depósitos fluviales
Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales	1.00	2.00	4.00	5.00
Intrusivos fracturados	0.50	1.00	2.00	4.00
Intrusivos compactos	0.25	0.50	1.00	2.00
Depósitos fluviales	0.20	0.25	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 24: Matriz de normalización

Matriz de normalización					
Litología	Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales	Intrusivos fracturados	Intrusivos compactos	Depósitos fluviales	Vector priorización
Depósitos aluviales y depósitos coluvio-deluviales	0.513	0.533	0.533	0.417	0.499
Intrusivos fracturados	0.256	0.267	0.267	0.333	0.281
Intrusivos compactos	0.128	0.133	0.133	0.167	0.140
Depósitos fluviales	0.103	0.067	0.067	0.083	0.080

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 25: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.009
Relación de consistencia < 0.08	RC	0.010

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

II. Factor desencadenante

2.1 Precipitación

Las lluvias intensas o precipitaciones intensas son un factor determinante para la generación de flujos de detritos y otros tipos de movimientos en masa. Se pueden generar en una cuenca en función al área de captación, las alturas, pendientes y cobertura vegetal (Faustino, 2006); la respuesta del evento de escorrentía se producirá de forma inmediata o tardará un tiempo hasta alcanzar el cauce de la quebrada a través del desplazamiento de un flujo por sus afluentes.

✓ Valoración de los rangos de precipitación a la inundación

En primer lugar ha sido necesario calcular las áreas ocupadas por cada episodio de inundación y las áreas de cada rango de precipitación. Luego se establece el peso (W) en función a la probabilidad de ocurrencia de una inundación en un área determinada como se expresa en la siguiente fórmula:

$$W = \sum_{ni=1} [P (A/Bi)] \times P (Bi)$$

Dónde:

W = Probabilidad de que un determinado píxel desarrolle flujos de detritos

$P(A/B_i)$ = Probabilidad de que una inundación (A) ocurra para cada clase de precipitación B

$P(B_i)$ = Probabilidad de ocurrencia de precipitaciones

Luego de esto, se transforma de información vectorial a matricial para poder hacer las operaciones algebraicas de geo-procesamiento. Para este estudio, el tamaño de pixel empleado al convertir los mapas a ráster ha sido de 50x50 m. Luego se asigna el valor del índice o probabilidad (peso W) obtenido para las unidades cartográficas del terreno.

Cuadro N° 26. Rangos de precipitación para el modelo de precipitación

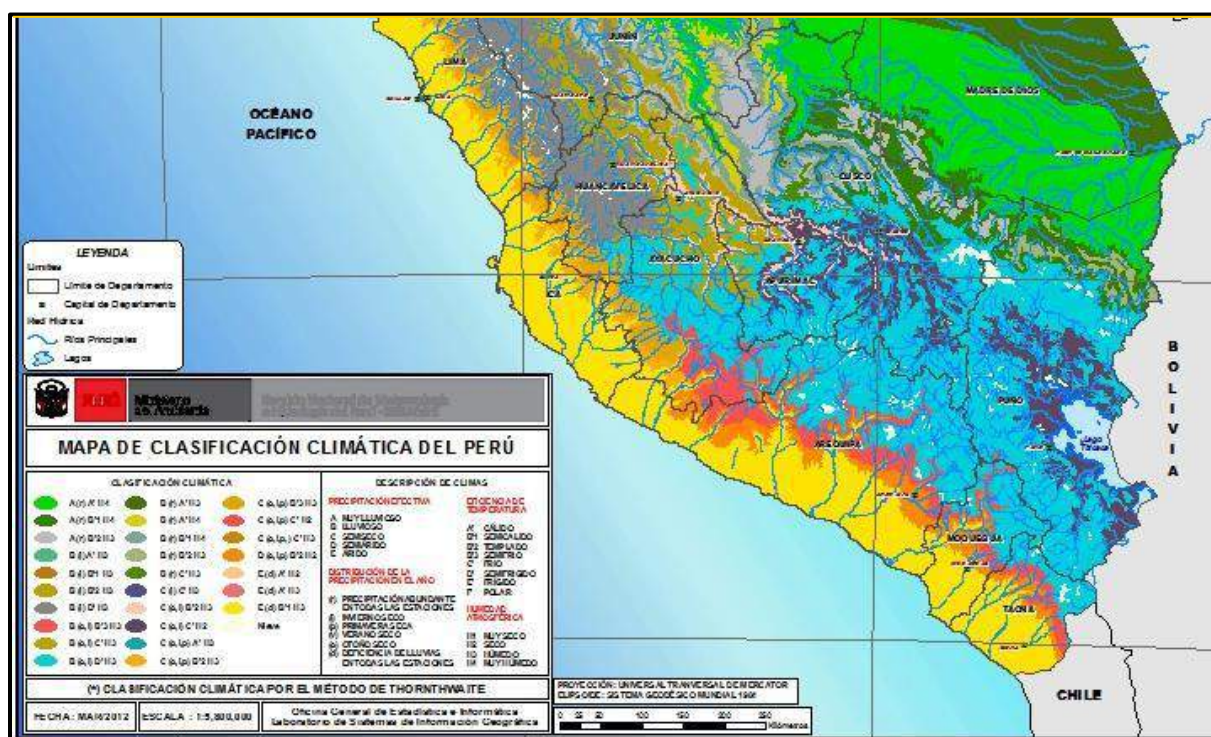
ID	Rango de Precipitación (mm/año)
1	18-21
2	21-24
3	24-27
	TOTAL

Fuente: INGEMMET; Medina – Luque, Febrero 2016

✓ **Análisis de las condiciones climáticas en el centro poblado de Mirave:**

Durante el mes de enero, muchos patrones atmosféricos logran configurarse y/o posicionarse acorde con la estación estival del Hemisferio Sur, modulando la distribución espacial de las lluvias, temperaturas del aire, humedad, entre otras variables sobre el continente Sudamericano. En esta temporada, la Zona de Convergencia Intertropical se desplaza hacia el sur próximo a la línea ecuatorial, es notable la presencia de Zona de Convergencia del Atlántico Sur y un patrón de circulación anticiclónica de flujos de viento en altura (12 km) conocido como la Alta de Bolivia, se activa. Estos sistemas son los principales responsables de organizar la convección en gran parte del territorio nacional que propician el desarrollo de tormentas con importantes acumulados de lluvia.

Mapa N° 15. Mapa de clasificación climática



Fuente: SENAMHI

Ponderación del factor desencadenante

Se muestran al factor desencadenante precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo y sus descriptores ponderados (ver cuadros N° 27 y N° 28), el cual fue utilizado para la caracterización del peligro por flujos de detritos

Cuadro N° 27: Matriz de comparación de Pares

Matriz de comparación de pares					
Precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo	Mayor a 10 mm	Entre 5 mm a 10 mm	Entre 3 mm a 5 mm	Entre 1 mm a 3 mm	Menor 1 mm
Mayor a 10 mm	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Entre 5 mm a 10 mm	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Entre 3 mm a 5 mm	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Entre 1 mm a 3 mm	0.25	0.25	0.33	1.00	3.00
Menor 1 mm	0.20	0.20	0.25	0.33	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilaya (2016)

Cuadro N° 28: Matriz de normalización

Matriz de normalización						
Precipitación en periodo lluvioso setiembre a marzo	Mayor a 10 mm	Entre 5 mm a 10 mm	Entre 3 mm a 5 mm	Entre 1 mm a 3 mm	Menor 1 mm	Vector priorización
Mayor a 10 mm	0.438	0.506	0.456	0.324	0.278	0.400
Entre 5 mm a 10 mm	0.219	0.253	0.304	0.324	0.278	0.276
Entre 3 mm a 5 mm	0.146	0.127	0.152	0.243	0.222	0.178
Entre 1 mm a 3 mm	0.109	0.063	0.051	0.081	0.167	0.094
Menor 1 mm	0.088	0.051	0.038	0.027	0.056	0.052

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

Cuadro N° 29: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.052
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.047

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya (2016)

3.4. Análisis de elementos expuestos

El terreno propuesto para el reasentamiento poblacional denominado Alto Mirave no cuenta con población expuesta, ni viviendas asentadas, no cuenta saneamiento básico: agua potable, desagüe.

I. Elementos expuestos susceptibles a nivel social

Los cuadros a continuación muestran los principales elementos expuestos a nivel social en el área de evaluación. Ellos muestran a las instituciones educativas (públicas y privadas), así como a las viviendas y población

La población del centro poblado Mirave susceptible es de 882 habitantes, según fuente propia.

Cuadro N° 30 Población total, por área urbana y rural, y sexo en Distrito de Ilabaya

Distrito	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
Ilabaya	4414	2572	1842	3595	2123	1472	819	449	370

* Población nominal censada

Fuente: INEI – Censo Nacional 2007, XI de la Población y IV de Vivienda

Cuadro N° 31. Edificaciones

N° edificaciones a instalarse (incluye viviendas y otras edificaciones)
270

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.5. Definición de escenarios

Se ha considerado el escenario más alto:

“Ante la presencia de lluvias intensas, la pendiente fuerte y alta presencia de materiales inconsolidados en laderas y cauces así como derrumbes en las cabeceras en la quebrada desembocadura de Mirave, se producirían la formación de flujos de detritos de tal magnitud que ocasionaría daños a los elementos expuestos a nivel social, económico y ambiental en el Centro Poblado de Mirave, distrito de Ilabaya”.

3.6. Niveles de peligro

Cuadro N° 32 Niveles de Peligros

Nivel	Rango
Muy alto	$0.273 \leq r \leq 0.425$
Alto	$0.166 \leq r < 0.273$
Medio	$0.093 \leq r < 0.166$
Bajo	$0.043 \leq r < 0.093$

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

3.7. Estratificación del nivel de peligros

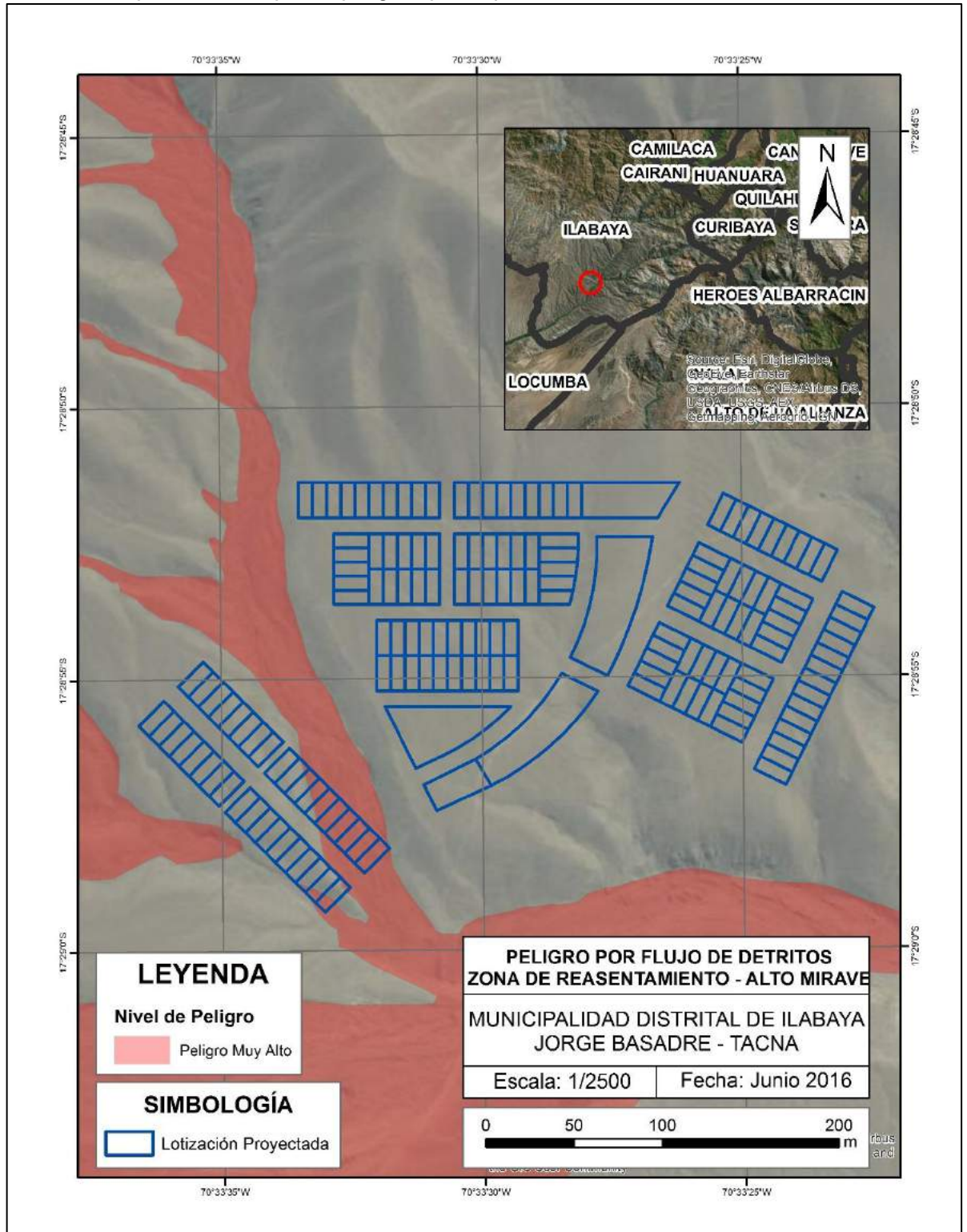
Cuadro N° 33 Matriz de Niveles de Peligros

Descripción	Nivel de peligro
Zona con una pendiente fuerte, mayor a 45°. Muy alta presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de intensas lluvias, mayor a 10 mm en periodo lluvioso.	Muy alto
Zona con una pendiente entre 35° y 45°. Moderada presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; moderados derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 5 mm a 10 mm en periodo lluvioso.	Alto
Zona con una pendiente entre 15° y 35°. Regular presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; regulares derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 3 mm a 5 mm en periodo lluvioso.	Medio
Zona con pendiente entre 5° y 15°. Baja presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; ligeros derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de bajas lluvias, menor a 3 mm en periodo lluvioso.	Bajo

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya con información de INGEMMET.

3.8. Mapas de peligros por flujos de detritos en Alto Mirave

Mapa N° 16. Mapa de peligros por flujos de detritos en Alto Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

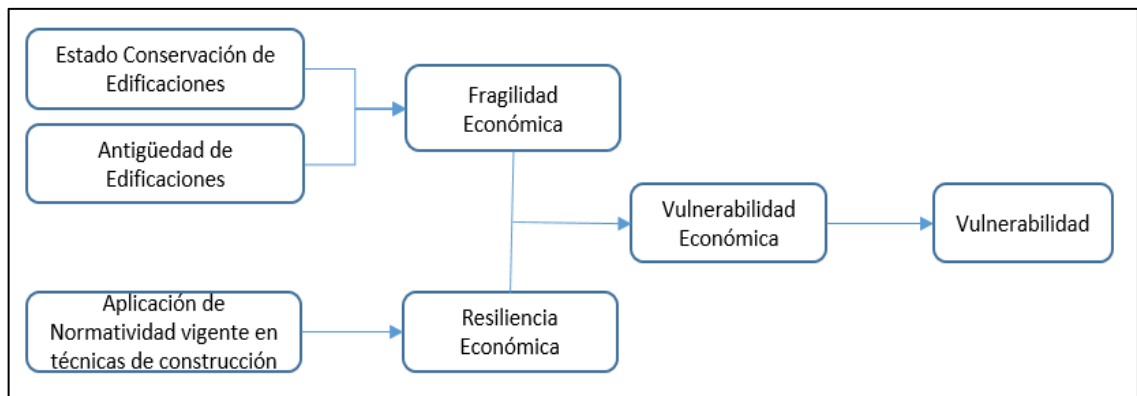
4. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

4.1. Análisis de vulnerabilidad de Alto Mirave

Para determinar los niveles de vulnerabilidad de Alto Mirave, se consideró la dimensión económica, considerando las futuras viviendas a construirse.

El Grafico N° 7 presenta el Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad de Alto Mirave, en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna.

Grafico N° 7. Flujograma general del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.2. Análisis de la dimensión económica

El análisis de la dimensión económica considera la fragilidad económica y resiliencia económica.

4.2.1. Análisis de fragilidad económica

Los parámetros considerados para el análisis de la fragilidad económica son: Estado Conservación y Antigüedad de Edificación de las viviendas a construirse en Alto Mirave.

Se muestra a continuación el proceso de ponderación de los mismos:

Ponderación de los parámetros de la Fragilidad Económica

Estado de conservación edificaciones

Cuadro N° 34: Matriz de comparación de Pares

Matriz de comparación de pares					
Estado de conservación edificaciones	Malo	Regular	Sin dato	Bueno	Muy bueno
Malo	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Regular	0.33	1.00	2.00	3.00	4.00
Incierto	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Bueno	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bueno	0.17	0.25	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 35: Matriz de normalización

Matriz de normalización						
Estado de conservación edificaciones	Malo	Regular	Sin dato	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Malo	0.513	0.590	0.511	0.435	0.375	0.485
Regular	0.171	0.197	0.255	0.261	0.250	0.227
Incierto	0.128	0.098	0.128	0.174	0.188	0.143
Bueno	0.103	0.066	0.064	0.087	0.125	0.089
Muy bueno	0.085	0.049	0.043	0.043	0.063	0.057

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 36: Índice y relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.025
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.022

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Antigüedad edificaciones (años)

Cuadro N° 37: Matriz de comparación de Pares

Matriz de comparación de pares					
Antigüedad edificaciones (años)	> 40	30 - 40	20 - 30	10 - 20	0 - 10
> 40	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
30 - 40	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
20 - 30	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
10 - 20	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
0 - 10	0.17	0.20	0.33	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 38: Matriz de normalización

Matriz de normalización						
Antigüedad edificaciones (años)	> 40	30 - 40	20 - 30	10 - 20	0 - 10	Vector priorización
> 40	0.472	0.506	0.511	0.400	0.353	0.448
30 - 40	0.236	0.253	0.255	0.320	0.294	0.272
20 - 30	0.118	0.127	0.128	0.160	0.176	0.142
10 - 20	0.094	0.063	0.064	0.080	0.118	0.084
0 - 10	0.079	0.051	0.043	0.040	0.059	0.054

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 39: Índice y Relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.018
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.016

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.2.2. Análisis de resiliencia económica

El parámetro considerado para el análisis de la resiliencia económica es:
Aplicación de normatividad en técnicas en construcción de las viviendas a construirse en Alto Mirave.

Se muestra a continuación el proceso de ponderación del mismo:

Ponderación del parámetro de la Resiliencia Económica

Aplicación de normatividad en técnicas en construcción de las viviendas a construirse en Alto Mirave

Cuadro N° 40: Matriz de comparación de Pares

<u>Matriz de comparación de pares</u>					
Aplicación de normatividad vigente en técnicas en construcción	No aplica	Solo para paredes	Solo cimientos	Solo columnas	Aplica en toda la construcción
No aplica	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Solo para paredes	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Solo cimientos	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Solo columnas	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Aplica en toda la construcción	0.20	0.25	0.25	0.50	1.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 41: Matriz de normalización

<u>Matriz de comparación de pares</u>						
Aplicación de normatividad vigente en técnicas en construcción	No aplica	Solo para paredes	Solo cimientos	Solo columnas	Aplica en toda la construcción	Vector priorización
No aplica	0.438	0.490	0.444	0.381	0.313	0.413
Solo para paredes	0.219	0.245	0.296	0.286	0.250	0.259
Solo cimientos	0.146	0.122	0.148	0.190	0.250	0.171
Solo columnas	0.109	0.082	0.074	0.095	0.125	0.097
Aplica en toda la construcción	0.088	0.061	0.037	0.048	0.063	0.059

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Cuadro N° 42: Índice y relación de consistencia

Índice de consistencia	IC	0.024
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.021

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.3. Estratificación de la vulnerabilidad

Cuadro N° 43. Matriz de niveles de vulnerabilidad

Descripción	Nivel de vulnerabilidad
Viviendas con mal estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. No se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción.	Muy alta
Viviendas con regular estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es de 30 a 40 años. Solo se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para paredes.	Alta
Viviendas con incierto a buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es menor a 30 a 20 años. Solo se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para cimientos y columnas.	Media
Viviendas con muy buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es menor a 20 años. Aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para toda la construcción.	Baja

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.4. Niveles de vulnerabilidad de Alto Mirave

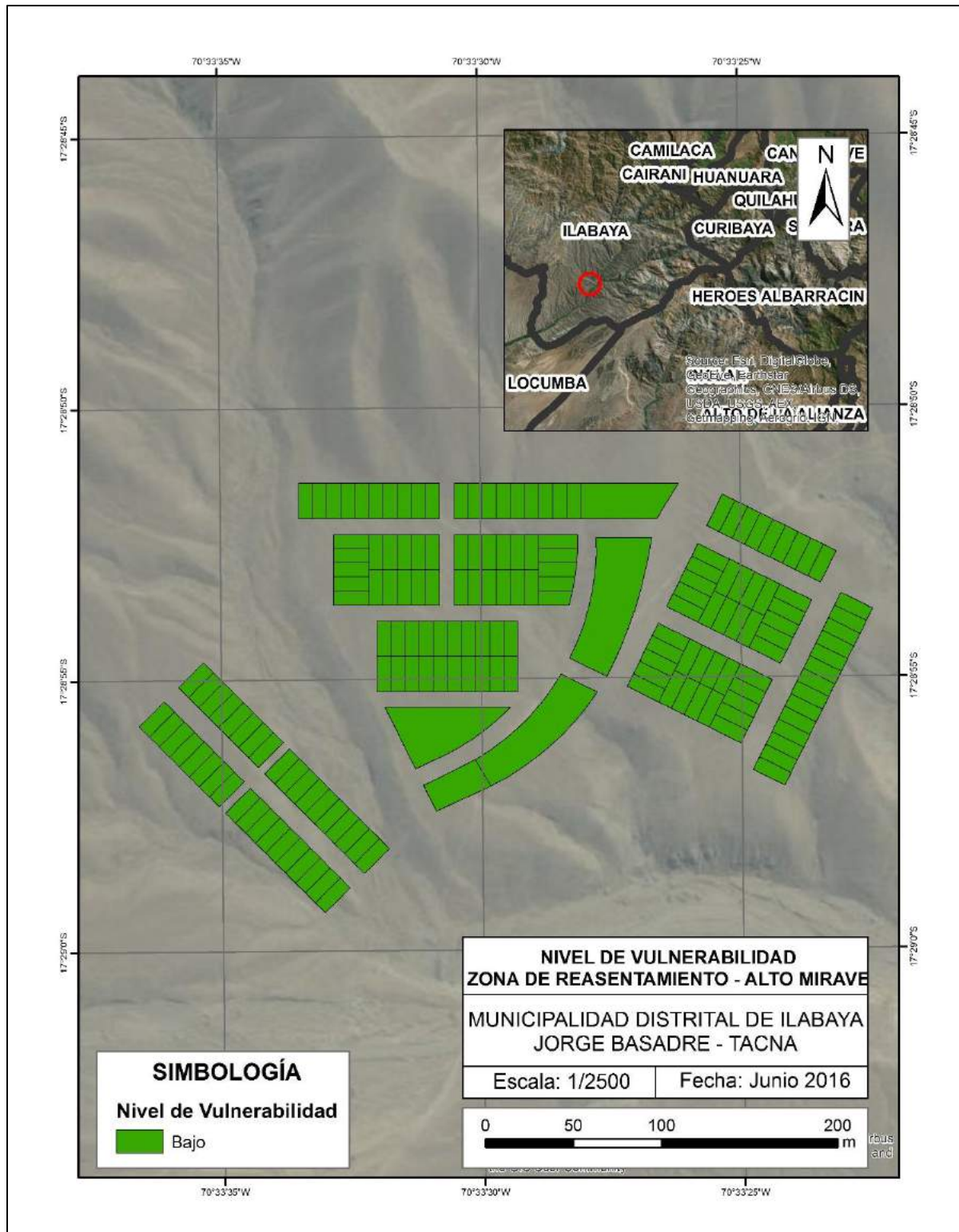
Cuadro N° 44. Niveles de Vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	Rango
Muy alta	$0.254 < R \leq 0.440$
Alta	$0.157 < R \leq 0.254$
Media	$0.092 < R \leq 0.157$
Baja	$0.057 \leq R < 0.092$

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

4.5. Mapa de vulnerabilidad de Alto Mirave

Mapa N° 17. Mapa de vulnerabilidad de Alto Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5. CALCULO DE RIESGOS

5.1. CALCULO DEL RIESGO

5.1.1. Niveles del riesgo

Los niveles del riesgo por flujos de detritos en Alto Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 45. Niveles de Riesgo

Nivel	Rango
Muy alto	$0.069 < R \leq 0.187$
Alto	$0.026 < R \leq 0.069$
Medio	$0.009 < R \leq 0.026$
Bajo	$0.002 \leq R < 0.009$

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.1.2. Estratificación del nivel del riesgo

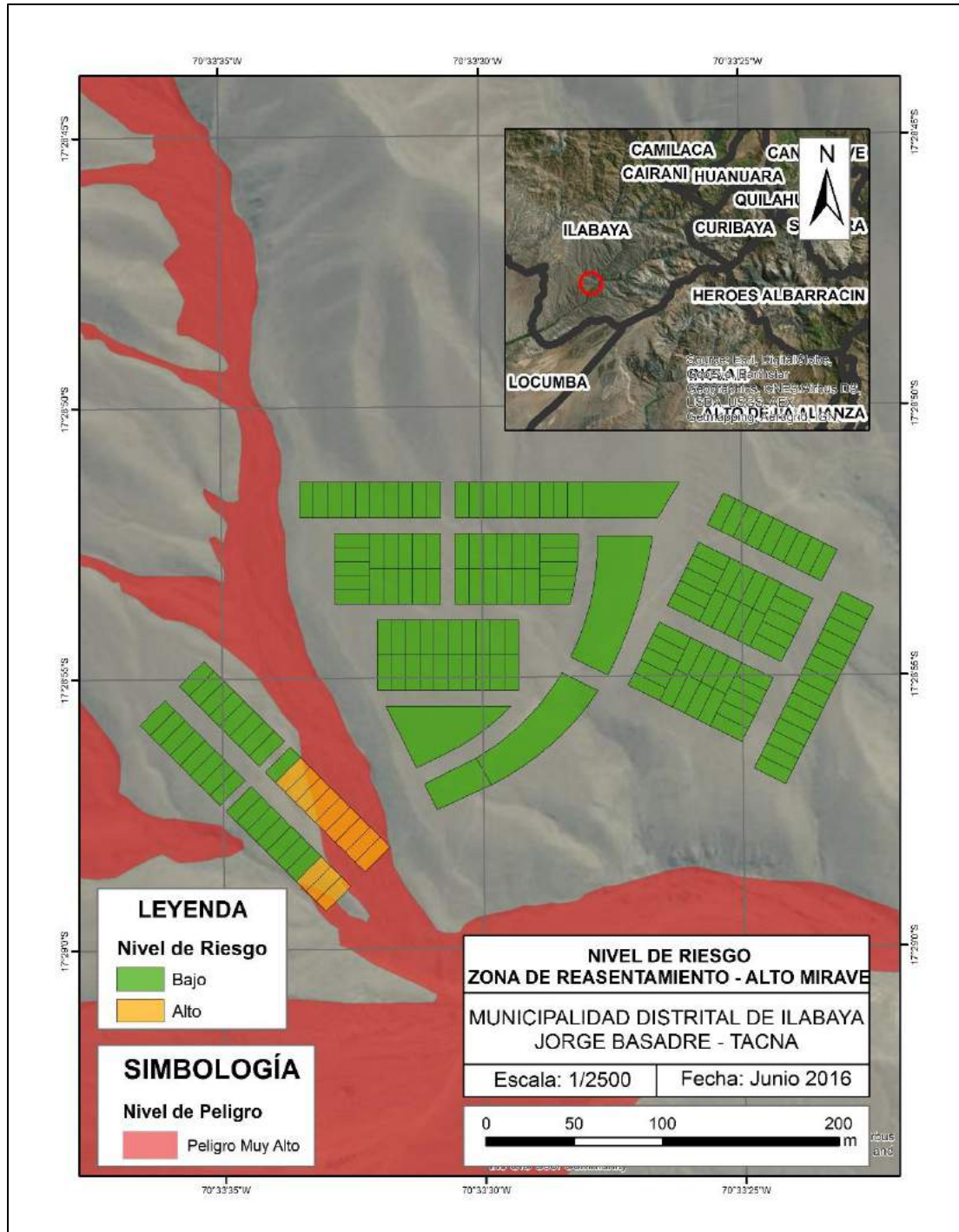
Cuadro N° 46. Matriz de niveles del riesgo

Descripción	Nivel
<p>Zona con una pendiente fuerte, mayor a 45°. Muy alta presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de intensas lluvias, mayor a 10 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas con mal estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. No se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción.</p>	Muy alto
<p>Zona con una pendiente entre 35° y 45°. Moderada presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; moderados derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 5 mm a 10 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas con regular estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es de 30 a 40 años. Solo se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para paredes.</p>	Alto
<p>Zona con una pendiente entre 15° y 35°. Regular presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; regulares derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de moderadas lluvias, entre 3 mm a 5 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas con incierto a buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. Solo se aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para cimientos y columnas.</p>	Medio
<p>Zona con pendiente entre 5° y 15°. Baja presencia de materiales inconsolidados en sus laderas y cauce; ligeros derrumbes en las cabeceras de las mismas. Zona de bajas lluvias, menor a 3 mm en periodo lluvioso.</p> <p>Viviendas con muy buen estado de conservación. La antigüedad de las edificaciones es mayor a 40 años. Aplica normatividad vigente en técnicas en construcción para toda la construcción.</p>	Bajo

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.1.3. Mapa de riesgos por flujos de detritos de Alto Mirave

Mapa N° 18. Mapa del riesgo por flujos de detritos de Alto Mirave



Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

5.2. Cálculo de probables pérdidas

Se calcula que las probables pérdidas económicas de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de flujos de detritos asciende a s/. 807,072.00 a nivel del riesgo alto.

A continuación se detallan en los cuadros siguientes el cálculo realizado.

Cuadro N° 46. Calculo de pérdidas de edificaciones

Edificaciones	N°	Valor unitario (S /.)	Valor total (S /.)
Edificaciones	12	67,256.00	807,072.00

Fuente: V.U Para edificaciones de la sierra 01-31 marzo 2016

5.2.1. Matriz de riesgo

La matriz de riesgos originados por flujos de detritos en Alto Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna es la siguiente:

Cuadro N° 47. Matriz de Riesgo

PMA	0.425	0.039	0.067	0.108	0.187
PA	0.273	0.022	0.036	0.071	0.126
PM	0.166	0.007	0.012	0.023	0.041
PB	0.093	0.005	0.008	0.016	0.029
	0.425	0.039	0.067	0.108	0.187
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

6. CONTROL DEL RIESGO

6.1. Aceptabilidad o tolerancia del riesgo

Peligro por Flujos de Detritos

Tipo de Peligro:

Geodinámica externa

Tipo de Fenómeno:

Flujos de detritos

Elementos Expuestos:

Futura habilitación urbana-viviendas en Alto Mirave en el distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna

Valoración de las Consecuencias:

Muy Alta

En consideración a lo considerado por INGEMMET (Lucio Medina Allca, Griselda Luque Poma, Febrero 2016)) los peligros asociados al fenómeno de flujos de detritos bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

Cuadro N° 48. Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Valoración de Frecuencia de Recurrencia:

Muy Alta

Según INGEMMET (Lucio Medina Allca, Griselda Luque Poma, Febrero 2016), los flujos de detritos son muy recurrentes, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia sería MUY ALTA.

Cuadro N° 49. Valoración de frecuencia de recurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz):

Muy Alta

El nivel Muy Alta se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Alta).

Cuadro N° 50. Nivel de Consecuencia y Daño

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Aceptabilidad y/o Tolerancia:

Inadmisibile

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Muy Alta, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es Inadmisibile.

Cuadro N° 51. Aceptabilidad y/o Tolerancia

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Inadmisibile	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Matriz del Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia Del Riesgo:

Riesgo Muy Alto (Inadmisible)

Cuadro N° 52. Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibile	Riesgo inadmisibile
Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisibile
Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

Prioridad de Intervención:

Monitorear el fenómeno por flujos de detritos y evitar asentamiento en zonas de muy alto riesgo.

Cuadro N° 53. Prioridad de Intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya

7. CONCLUSIONES

- La zona de Alto Mirave se encuentra mayormente en Zona de BAJO RIESGO ante flujos de detritos, pero aproximadamente la habilitación urbana de dos manzanas se encuentra en Zona de ALTO RIESGO.
- El cálculo de los probables pérdidas económicas asciende a S/. 807,072.00
- Según el Informe Técnico N° A 6705, Evaluación de peligros geológicos en el Sector Alto Mirave, doce lotes de la futura habilitación urbana en Alto Mirave se encontrarían sobre depósitos de flujo de detritos antiguos; con tendencia a reactivarse.

8. RECOMENDACIONES

- Prohibir la construcción de viviendas en la zona de Riesgo Alto ante flujos de detritos de 2 manzanas de zona de acogimiento de Alto Mirave señaladas en el Mapa de Riesgos de Alto Mirave.

BIBLIOGRAFIA

- Informe Técnico N° A 6705, Evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado de Mirave y Sector Alto Mirave. INGEMMET. Lucio Medina Alca, Griselda Luque Poma. Febrero 2016
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Cruden, D. M. y Varnes D.J. 1996. "Landslide types and processes". In A. K. Turner y R.L. Schuster (Editores): Landslides. Investigation and mitigation. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press. Washington D.C. pp. 36-75
- Faustino, J. 2006. Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba – Costa Rica. 400 p.
- Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. 2006. Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 pp.
- Hungr, O. & Evans, S.G. 2004. The occurrence and classification of massive rock slope failure. Felsbau 22: 16-23.
- Jakob M. and Hungr O. 2005. Debris-flow hazards and related phenomena. Praxis Springer. Berlin Heidelberg.
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Sepúlveda, S. A., Rebolledo, S., Toro, R. 2004. Catastrophic Debris Flow Hazards in Chile: The Case of the 2004 Flows in Lago Ranco. Departamento de Geología. Universidad de Chile.
- Varnes D. J. 1978. Slope movement types and processes. In: Schuster R. L. & Krizek R. J. Ed., Landslides, analysis and control. Transportation Research Board Sp. Rep. No. 176, Nat. Acad. of Sciences, pp. 11–33.
- Decreto Supremo N° 025-2015-PCM. Decreto Supremo que declara el Estado de Emergencia en el Centro Poblado de Mirave en el Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, del Departamento de Tacna. Diario El Peruano. 29 de marzo del 2015.
- Ordenanza Municipal N° 007-2009-MDI, de fecha 13 de octubre de 2009; Declara de interés local para el Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, el proceso de Micro Zonificación Ecológica y Económica, como herramienta para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano y Rural.
- Ordenanza Municipal N° 002-2011-MDI, de fecha 10 de febrero de 2011; Aprueba la Declaración de Emergencia del Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, debido a los efectos causados por las constantes lluvias en los diferentes Centros Poblados y Anexos comprometidos del distrito.

- Ordenanza Municipal N° 001-2012-MDI, de fecha 05 de Enero de 2012; Aprueba la Declaración de Emergencia del Distrito de Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, debido a los efectos causados por las constantes lluvias, para la rehabilitación de vías de comunicación de la jurisdicción del distrito.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural División de Desarrollo Urbano Rural y Gestión Ambiental; Memoria Descriptiva de la propuesta ZEE del distrito de Ilabaya; Junio 2013.
- Ordenanza Municipal N° 002-2014-MDI, de fecha 31 de marzo de 2014; Aprueba la Propuesta de la Micro Zonificación Ecológica y Económica del Distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, Región Tacna.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano Rural División de Desarrollo Urbano Rural y Gestión Ambiental; Esquema de Ordenamiento Urbano, Rural Ilabaya, 2014 - 2024, para los Centros Poblados de Ilabaya Capital, Mirave, Cambaya y Borongaña; Octubre de 2014.

ANEXO:

A. Calculo de niveles de peligros

- Ponderación de factores condicionantes y descriptores

PENDIENTE		LITOLOGIA		GEOMORFOLOGIA	
PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR
0.539	0.416	0.297	0.499	0.164	0.466
0.539	0.262	0.297	0.281	0.164	0.277
0.539	0.161	0.297	0.140	0.164	0.161
0.539	0.099	0.297	0.080	0.164	0.096
0.539	0.062	0.297	0.000	0.164	0.000

- Ponderación de factor desencadenante y sus descriptores

PRECIPITACION	
PARAMETRO	DESCRIPTOR
1	0.400
1	0.276
1	0.178
1	0.094
1	0.052

- Determinación de rangos y niveles de peligros

FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES DESENCADENANTES	RANGOS
0.449	0.400	0.425
0.270	0.276	0.273
0.155	0.178	0.166
0.093	0.094	0.093
0.034	0.052	0.043

NIVELES DE PELIGRO	RANGO
MUY ALTO	$0.273 \leq R \leq 0.425$
ALTO	$0.166 \leq R < 0.273$
MEDIO	$0.093 \leq R < 0.166$
BAJO	$0.043 \leq R < 0.093$

B. Calculo de niveles de vulnerabilidad de Alto Mirave

- Ponderación de parámetros y descriptores de Fragilidad Económica

ESTADO CONSERVACION DE EDIFICACIONES		ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIONES	
PARAM	DESCRIP	PARAM	DESCRIP
0.500	0.485	0.5	0.448
0.500	0.227	0.5	0.272
0.500	0.143	0.5	0.142
0.500	0.089	0.5	0.084
0.500	0.057	0.5	0.054

- Ponderación de parámetros y descriptores de Resiliencia Económica

APLICACIÓN DE NORMATIVIDAD VIGENTE EN TÉCNICAS EN CONSTRUCCIÓN	
PARAM	DESCRIP
1.000	0.413
1.000	0.259
1.000	0.171
1.000	0.097
1.000	0.059

- Cálculo de Vulnerabilidad Económica

VULNERABILIDAD ECONOMICA
0.440
0.254
0.157
0.092
0.057

- Determinación de rangos y niveles de vulnerabilidad

VULN ECONOMICA	PESO	VULNERABILIDAD
0.440	1	0.440
0.254	1	0.254
0.157	1	0.157
0.092	1	0.092
0.057	1	0.057

NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.254 < R \leq 0.440$
ALTA	$0.157 < R \leq 0.254$
MEDIA	$0.092 < R \leq 0.157$
BAJA	$0.057 \leq R < 0.092$